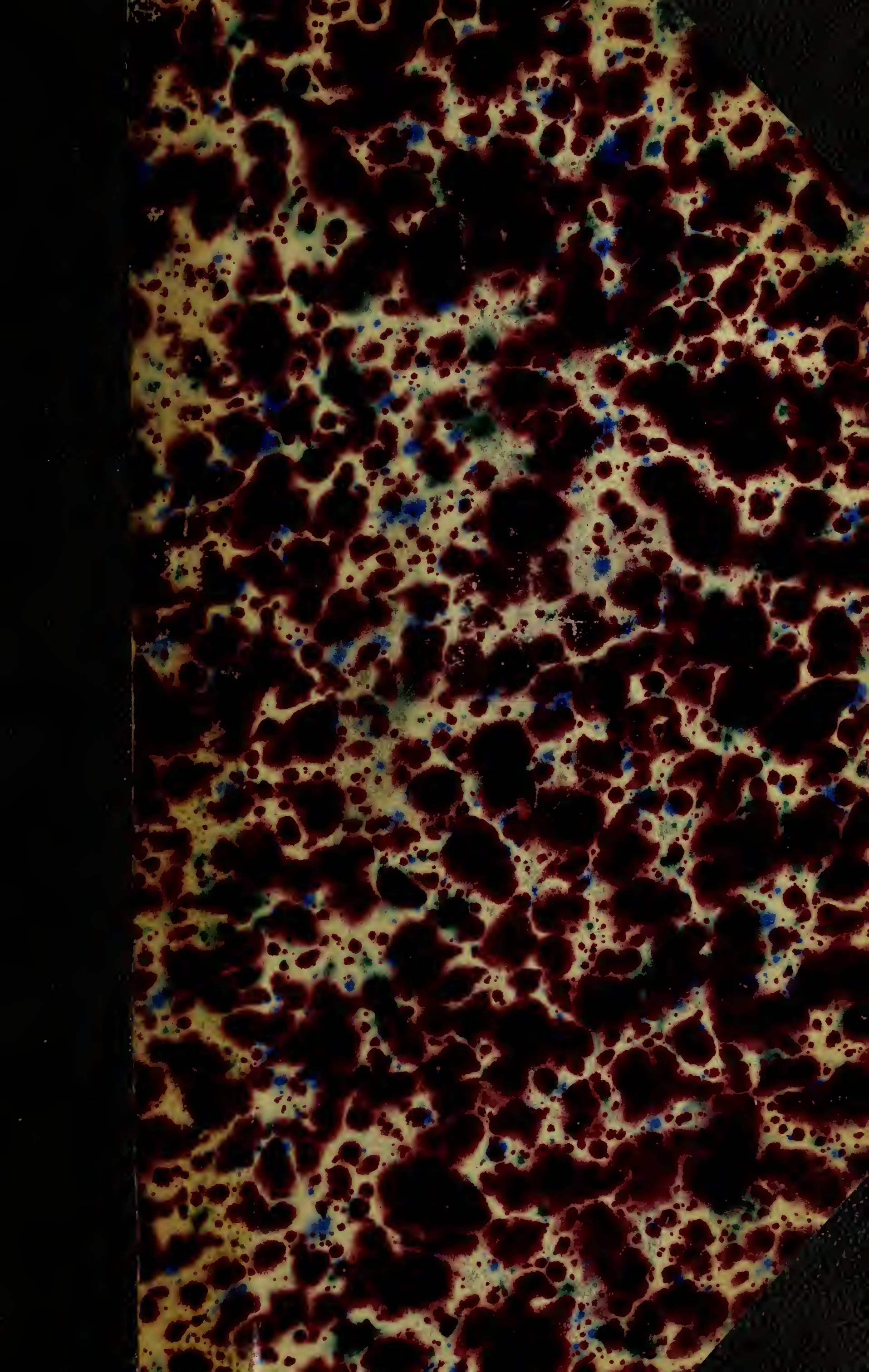
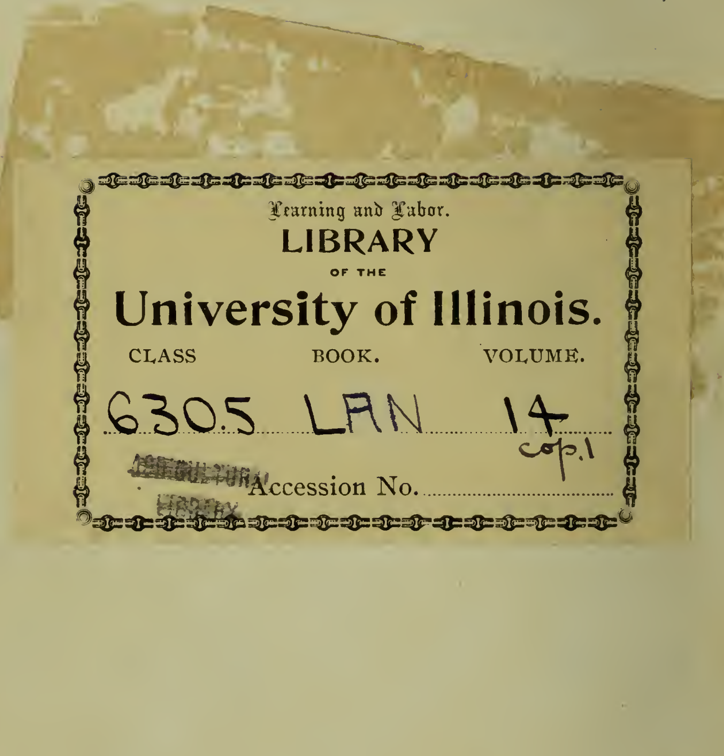
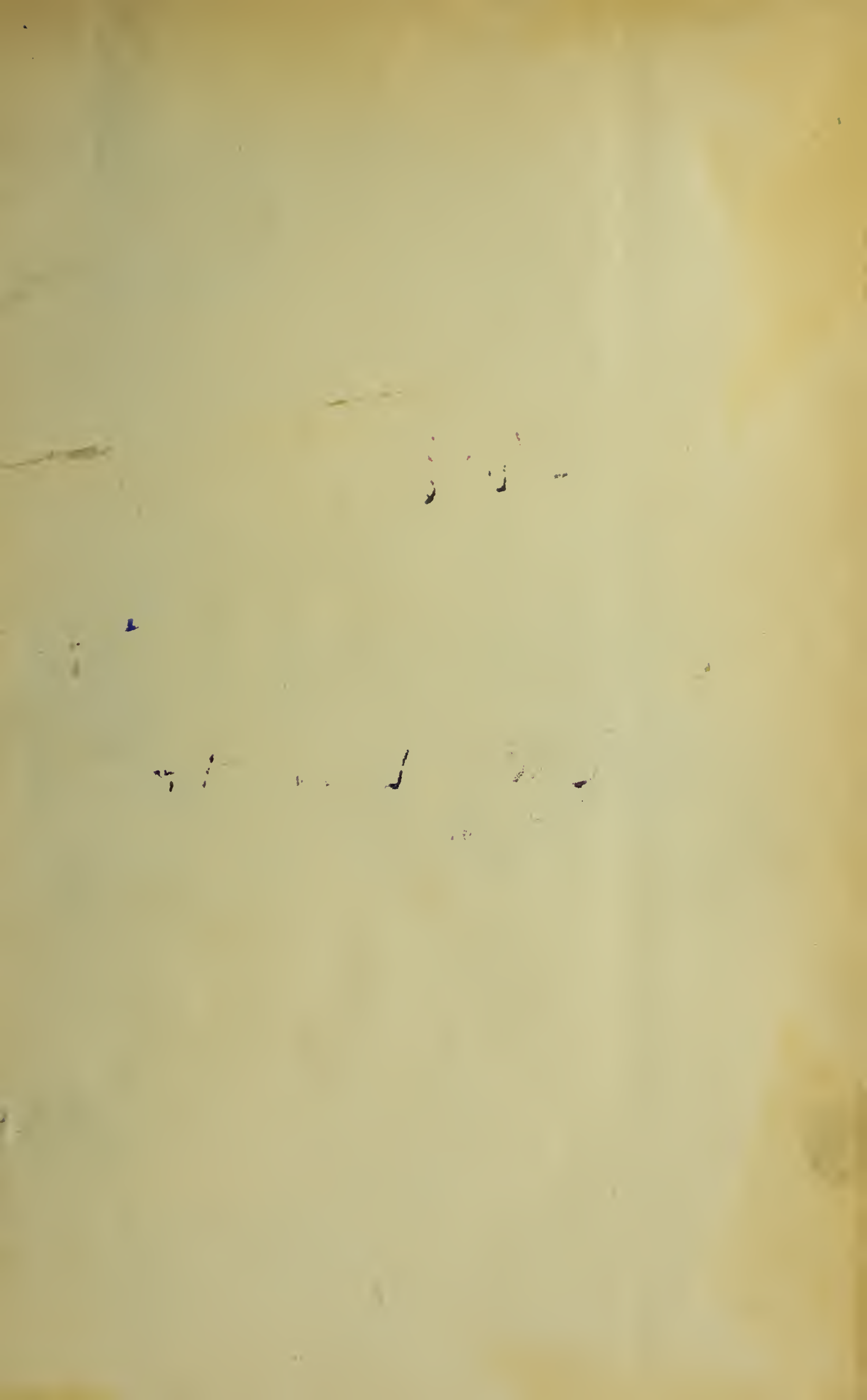
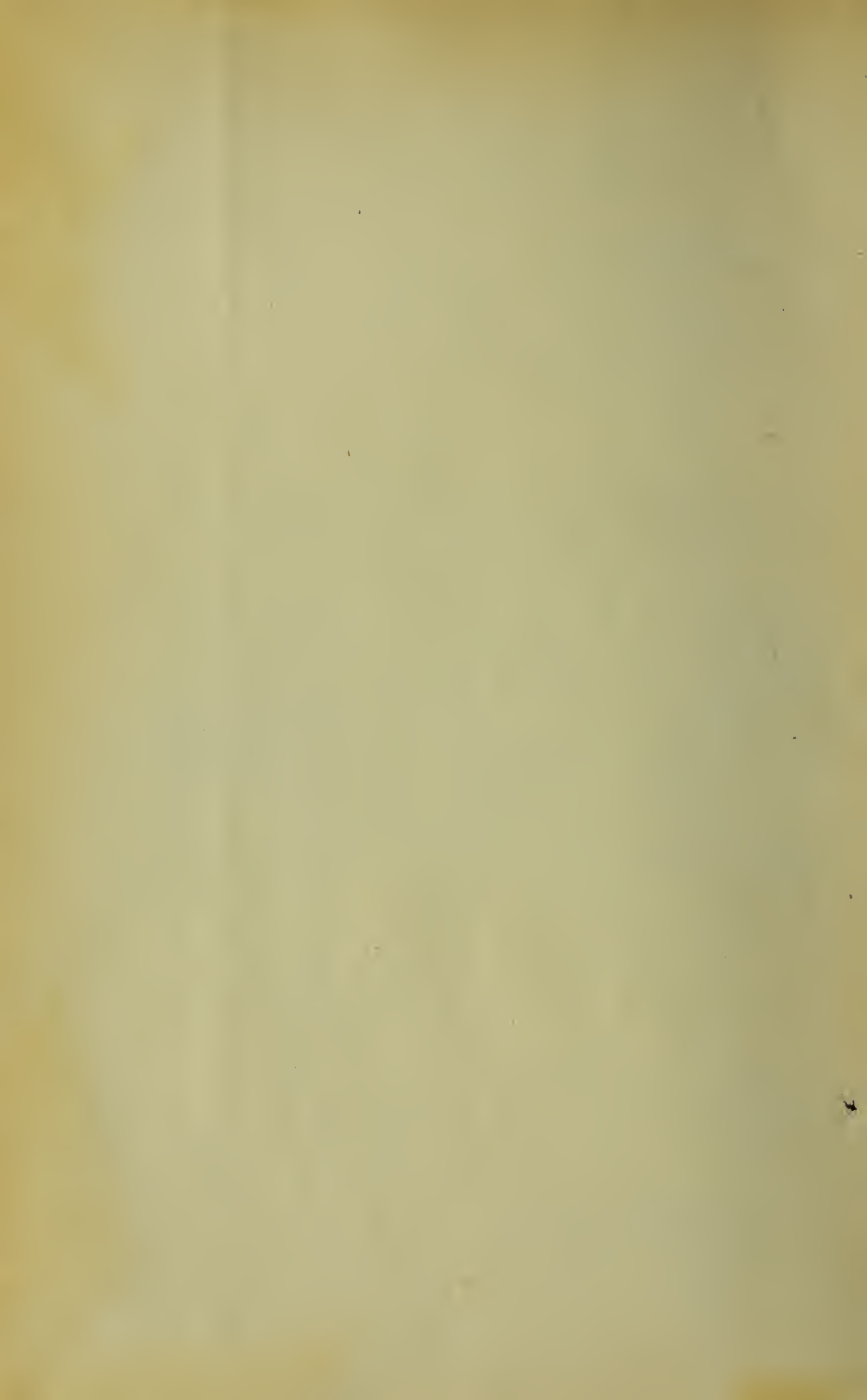












Die landwirthschaftlichen
Versuchs-Stationen.

Organ

für

naturwissenschaftliche Forschungen auf
dem Gebiete der Landwirthschaft.

Unter Mitwirkung sämmtlicher Deutschen Versuchs-Stationen und
landwirthschaftlichen Akademieen

herausgegeben

von

Prof. Dr. **Friedrich Nobbe.**

Concordia parvae res crescunt . . .

Band XIV. 1871.

Mit 8 Holzschnitten.

Chemnitz.

Verlag von Eduard Focke.

1871.

Inhaltsverzeichniss

des

XIV. Bandes der »Landw. Versuchs-Stationen«.

Autoren.

*

Sachregister.

Allgemeines.

Landw. Pflanzenproduction.

Atmosphäre. Wasser.

Culturboden. Bodencultur.

Technisches.

Analytisches.

Zur Statistik des landw. Versuchswesens.

Wanderversammlung.

Corrigenda zu Band XIV der »Landw. Versuchs-Stationen«.

S. 161 Z. 4 v. o. anstatt »Ad. Beyer« lese man »Alb. Beyer«.
» 199 » 1 » » » »80,000« lese man »80000«.
» 201 » 13 » » » »Stadien« » » »Radien«.
» 204 » 9 » » » »hiernach« » » »hier nach«.
» 205 » 15 » » » »zurücklegen« lese man »zurückzulegen«.
» 215 » 6 » » » »$\frac{M-M_1}{M}$« lese man »$\frac{M-M_1}{M_1}$«.
» 215 » 5 v. u. » »a« lese man »α«.
» 217 in den Gleichungen 13, 14 und 15 durchweg anstatt »a« und »a_1« lese man »α« und »α_1«.
» 223 in der Formel 18 fehlt rechts im Zähler unter dem Integralzeichen das Zeichen »δr«.
» 233 Z. 10 v. o. anstatt »man« lese man »Man«.
» 236 » 13 » » » »500 M.« lese man »500 Mm.«
» 445 » 1 » » » »Agriculturchemie« lese man »landwirthschaftliches Versuchswesen.«

Untersuchungen über die alkoholische Gährung und die Ernährung des Bierhefepilzes.

Von

Adolf Mayer.

Meine früheren Untersuchungen über die alkoholische Gährung [1]) haben vorzüglich die Ernährung des Hefepilzes, Saccharomyces cerevisiae [2]), in zwei verschiedenen Richtungen verfolgt, bezüglich seines Bedarfs an Aschenbestandtheilen und bezüglich seines Bedarfs an stickstoffhaltigen Stoffen. Dabei sind im Wesentlichen folgende Resultate zu Tage gefördert worden:

Von den vielen vergleichungsweise angewandten Aschenbestandtheilen steht das phosphorsaure Kali (das Monophosphat) zum Chemismus der Zerlegung des Zuckers in Alkohol, Kohlensäure und einige andere Körper allein in einer innigen Beziehung. Die Wirkung dieses Salzes konnte nicht durch phosphorsaures Natron oder phosphorsaures Ammoniak ersetzt werden.

Zur vollständigen Ernährung des Hefepilzes sind jedoch jedenfalls noch andere mineralische Stoffe erfor-

---

1) Vergl. meine als Habilitationsschrift und selbstständige Broschüre im Buchhandel erschienenen: Untersuchungen über die alkohol. Gährung etc. Heidelberg 1869 und meine Abhandlung in Landw. Versuchs-Stat. 1869 p. 443.

2) Diese genauere Bezeichnung statt »alkoholischer Hefepilz« schlechtweg ist nothwendig, seit Reess (vergl. Bot. Unters. über d. Alkoholhefepilze, Leipzig 1870) uns nunmehr mit Bestimmtheit verschiedene Arten (und Spielarten) von Saccharomyces kennen gelehrt hat, die sich physiologisch nahezu gleich verhalten. Meine bisherigen und die in dieser Abhandlung mitgetheilten Versuche erstrecken sich sammt und sonders auf Saccharomyces cerevisiae, aus der rohen Bier- oder der in Süddeutschland sogenannten Essig-Hefe gewonnen, und zwar auf dessen untergährige Form.

derlich, als das phosphorsaure Kali. Wird einem Gährungsgemisch, das Wasser, Zucker und ein Ammoniaksalz in geeigneten Verhältnissen enthält, kein Aschenbestandtheil als phosphorsaures Kali zugesetzt, so tritt nach einer minimalen Hefeaussaat zwar eine ziemlich intensive Gährung ein, aber die Hefezellen werden nach einer gewissen Reihe von Generationen in ihrer Ausbildung so unvollkommen, dass sie nun nicht mehr zur Unterhaltung einer kräftigen Gährung geeigenschaftet sind, obgleich ihnen dieselben Bestandtheile wie vorher zur Verfügung stehen.

Als Salze, die diese Degeneration der Hefezellen zu verhüten im Stande und also als Nahrungsstoffe dieser Organismen zu betrachten sind, obgleich sie zu dem Process der Zuckerzerlegung in keiner so directen Beziehung zu stehen scheinen, haben sich jedenfalls die Magnesiasalze erwiesen, während die vorhandenen Versuche noch keinen völligen Aufschluss darüber gaben, ob Calcium und Schwefel von dem Hefepilze entbehrt werden können[1]. Alle sonstigen Aschenbestandtheile haben für die Ernährung des Hefepilzes keinerlei Bedeutung.

Ferner in Bezug auf die andere Frage:

Die eiweissartigen Stoffe und viele andere sogenannte »hochorganisirte« stickstoffhaltige organische Stoffe erwiesen sich, soweit sie bis jetzt Verwendung fanden, als schlechte Nahrungsmittel des alkoholischen Hefepilzes. — Ammoniaksalze und stickstoffhaltige organische Stoffe, welche in ihrer Constitution dem Ammoniak nahe stehen (anscheinend dieselben, die auch die höhere grüne Pflanze zu ernähren vermögen), sind vollkommen im Stande den Hefepilz mit Stickstoff zu versorgen, wenn sie auch keine sehr üppige Entwickelung desselben, keine sehr intensive Gährung ermöglichen. Dennoch verhält sich der Hefepilz in seiner Stickstoffernährung nicht der höheren grünen Pflanze analog, denn derselbe ist absolut unfähig, sich

[1]) Es wird sich im Verlaufe dieser Abhandlung ergeben, in wieweit und warum diese Fragen unentschieden bleiben mussten.

auf Kosten von Salpetersäure, der Hauptbezugsquelle des Stickstoffs für jene, mit Stickstoff zu versorgen.

Als stickstoffhaltiger Körper von ganz ausgezeichneter Fähigkeit, den Hefepilz zu ernähren und starke alkoholische Gährungen zu unterstützen, wurde das Pepsin erkannt.

Bei der alkoholischen Gährung findet zugleich ein Stickstoffumsatz statt, der dadurch wenigstens in hohem Grade wahrscheinlich gemacht wurde, dass die verhältnissmässige Unfähigkeit der stickstoffhaltigen Extractivstoffe der »erschöpften« Hefe, dem Hefepilz als Stickstoffnahrung zu dienen, nachgewiesen wurde.

Man ersieht aus dieser Zusammenstellung der Hauptergebnisse meiner früheren Untersuchungen, dass noch viele Fragen trotz mannigfaltiger und ausgedehnter Untersuchungen offen geblieben waren, und ich habe seither fort und fort auf demselben Gebiete weiter experimentirt, theils um für die früher geförderten Resultate Bestätigungen zu finden, theils um auf dem mit einigem Erfolge eingeschlagenen Wege weiter zu gehen. — Ich werde in Folgendem von diesen Versuchen Bericht erstatten.

Zunächst will ich von dem Wenigen, was auf dem Gebiete des Bedarfs des Hefepilzes an Aschenbestandtheilen neuerdings zu Tage gefördert worden ist, berichten und zugleich die Ursache dafür angeben, dass die Untersuchungen auf diesem Gebiete eine Stockung erleiden mussten. In der zweiten (oben citirten) Abhandlung habe ich von ausgedehnten neueren Versuchen in dieser Richtung berichtet, deren Resultate zwar zweifellos einige Beachtung verdienen, die aber doch nicht zur Ableitung von Sätzen geführt haben, die als wichtige Erweiterungen zu den durch meine erste Untersuchung geförderten gelten könnten.

In der genannten Arbeit hatte ich mir vor Allem die Frage nach der Entbehrlichkeit des Schwefels, welche, wie auch Liebig[1]) kürzlich hervorgehoben hat, von der allgemeinsten

[1]) Ueber Gährung, über Quelle der Muskelkraft etc. 1870, eine Abhandlung, von der später eingehender die Rede sein soll, p. 41.

physiologischen Bedeutung ist, vorgelegt und dieselbe zu beantworten gesucht. Es gelang nun in der That, Flüssigkeiten, die wissentlich Nichts enthielten als Zucker, saures phosphorsaures Kali und phosphorsaures Magnesia-Ammoniak, durch eine minimale gewaschene Hefeaussaat in verhältnissmässig kräftige Gährung zu versetzen; aber gebildete Hefe und Destillationsrückstände enthielten in allen entscheidenden Fällen geringe Spuren von Schwefel, welche den Beweis der Entbehrlichkeit dieses Elementes nicht als vollkommen geführt erscheinen liessen. Wenn man bei Einäscherung der betreffenden Substanzen nicht versäumte, etwas reinen Salpeter zuzusetzen (um die überschüssige Phosphorsäure daran zu hindern, etwaige Spuren von Schwefelsäure auszutreiben), so erhielt man im salzsauren Auszug der Asche eine Trübung mit Chlorbarium. Dies traf auch ein, nachdem ich die Vorsicht gebraucht hatte, die sehr geringe Hefeaussaat aus schon bei Ausschluss schwefelhaltiger Aschenbestandtheile gezüchteter Hefe zu nehmen.

Der Ursprung jener geringen Menge Schwefel, die mich daran verhinderte, die so wichtige Frage nach der Entbehrlichkeit dieses Elementes, deren Bejahung entweder zu der Entdeckung von schwefelfreiem Eiweiss oder von eiweissfreiem Protoplasma geführt haben würde, zu beantworten, war mir damals unverständlich. Ich hatte zur Reindarstellung meiner zugesetzten Aschenbestandtheile alle nur mögliche Sorgfalt angewendet, das phosphorsaure Kali aus schwefelfreiem Phosphor und reinem Kalihydrat dargestellt, da das reinste käufliche phosphorsaure Kali durch vielmaliges Umkrystallisiren nicht von den letzten Spuren Schwefelsäure befreit werden konnte, u. s. f. — Nun habe ich endlich jene Quelle der Verunreinigung, da, wo ich sie am wenigsten erwartete, gefunden, nämlich im Zucker.

Wenn man eine Anzahl von Grammen reinsten Candiszuckers, wie er nur an einigen wenigen Orten Deutschlands hergestellt wird, und welcher z. B. nur 0,06 Proc. Stickstoff enthält (während Volhard in München in ihm zu Gebote stehendem reinstem stets nahe $1/2$ Proc. Stickstoff gefunden hat[1]),

[1]) Nach der Mittheilung Liebig's: a. a. O. p. 39 Anm.

mit etwa $^1/_5$ seines Gewichtes reinem Salpeter fein zerreibt und das Pulver in einem grossen Platintiegel einäschert, die erhaltene (gewöhnlich noch mit Kohle vermischte) Asche, die wesentlich aus kohlensaurem Kali besteht, von Neuem mit Zuckerpulver zusammenreibt, wieder einäschert und so fortfährt, bis man eine genügende Menge von Zucker verbrannt zu haben glaubt, so erhält man die etwaigen Aschenbestandtheile des Zuckers, der bekanntlich für sich kaum eingeäschert werden kann, schnell in solchen Mengen, die eine Bestimmung derselben erlauben, und hat zugleich dafür Sorge getragen, dass ein etwaiger Schwefelgehalt sich beim Verbrennen des Zuckers nicht verflüchtigt. Die Anfangs angewendete Menge Salpeter genügt dann, um später als Potasche einer ganz beliebigen Menge von Zucker bei der Einäscherung behülflich zu sein und wenigstens deren Schwefelverlust zu verhüten. Die so nach und nach mit den Aschenbestandtheilen des Zuckers geschwängerte Potasche zeigt beim Uebersättigen mit Salzsäure die Barytreaction.

Ich habe eine quantitative Bestimmung des Schwefels in dem von mir zu Gährungsversuchen verwendeten Zucker unternommen und in demselben 0,006 Proc. Schwefel vorgefunden. Dies ist nun zwar eine äusserst geringe Menge; allein es bleibt zu bedenken, dass unter gewöhnlichen Umständen auf 100 Gewichtstheile vergohrenen Zuckers die neugebildete Hefe nur 1 Gewichtstheil oder noch etwas weniger[1]) beträgt. Dieser neu sich bildenden Hefe steht dann immerhin über $^1/_2$ Proc. Schwefel zu Gebote, vorausgesetzt, dass derselbe sich im Zucker in einem assimilationsfähigen Zustande befindet. Dies ist nun ungefähr gerade die Menge, welche nach Analysen von Mitscherlich und im Liebig'schen Laboratorium der gewöhnlichen Bierhefe eigenthümlich ist, und vollständig ausreicht, um mit dem Stickstoff zusammen die Proteïnstoffe der Hefe in ihrem normalen Schwefelgehalt zu constituiren.

Es ist allerdings fraglich, ob diese Menge Schwefel von der Hefe während der Gährung aufgenommen wird, denn ich habe in solchen schwefelarmen Gemischen in dem von der gebildeten

[1]) Vergl. weiter unten.

Hefe abfiltrirten Theile noch Schwefel nachweisen können; allein die aufgeworfene Frage bleibt damit unentschieden und ist natürlich in ihrer Beantwortung von der Möglichkeit der völligen Reindarstellung des Zuckers abhängig [1]).

Ich habe nun allerdings diese Reindarstellung versucht. — Eine klare concentrirte Lösung des von mir verwendeten Zuckers, mit Chlorbarium versetzt, gab auch nach langem Stehen keine Trübung. Als Schwefelsäure-Verbindung, etwa als Gyps, scheint daher der Schwefel im Zucker nicht vorhanden zu sein. Freilich kommt man mit dem Versuch der Chlorbariumfällung bei jenem ausserordentlich geringen Gehalt an Schwefel ziemlich nahe an die Grenze der Löslichkeit des schwefelsauren Baryts. — Ausserdem habe ich Gährungsversuche angestellt in Gemischen, denen einige Tropfen Chlorbarium zugesetzt waren, so dass von einer Aufnahme von schwefelsauren Salzen durch die neu sich bildende Hefe höchstens im Verhältniss zur Löslichkeit des schwefelsauren Baryts die Rede sein konnte. Die Gährung wurde hierdurch nicht verhindert, so dass der Schwefel, falls er wirklich vom Hefepilz nicht entbehrt werden kann, aus dem schwefelhaltigen Zucker in einer anderen Form als von schwefelsauren Salzen aufgenommen zu werden scheint.

Versuche, welche dahin zielten, den Zucker durch Umkrystallisiren von jenen Spuren von Schwefel zu befreien, scheiterten ebenfalls. Der umkrystallisirte Zucker gab auf die eben beschriebene Weise mit Salpeter eingeäschert deutliche Spuren von Schwefelsäure; und so muss ich die Beantwortung der mir damals gestellten Frage hinausschieben, bis mir entweder ein Zucker in die Hände fällt, der sich völlig schwefelfrei zeigt, oder bis mir die Reinigung desselben auf die eine oder die andere Weise gelingt.

Wahrscheinlicher ist aber wohl nach den gemachten Erfahrungen die Beantwortung in dem umgekehrten Sinne als in dem

[1]) Mit diesem Ergebniss wird selbstredend auch meiner citirten Abhandlung letzte Schlussfolgerung, welche dem Satz, dass das Protoplasma jugendlicher Neubildungen stets eiweissreich sei, entgegentritt (vergl. Landw. Versuchs-Stat. XI. p. 461), etwas wankend und unzweideutigerer Bestätigungen bedürftig.

bisher für wahrscheinlich gehaltenen, freilich mehr in Folge der Analogie mit dem Bedarf anderer Organismen, als durch directe Beweisführung. Diese letztere hat sich einfach als unzulänglich erwiesen und ist noch nicht im Stande, das eine oder andere Votum abzugeben.

Gleichwohl ist aus den bisher angestellten Untersuchungen der enorme Unterschied ersichtlich, der beim Hefepilz jedenfalls für den Bedarf an Schwefel und für den an Phosphorsäure und Kali besteht und den wir bisher so scharf betont haben. Ist der Schwefel wirklich nothwendig, so genügt doch eine kleine unbedeutende Menge, eine schwer zu constatirende Verunreinigung, um den Bedarf zu decken, während eine jede Gährung, der nicht von Anfang an ganz erhebliche Mengen von phosphorsaurem Kali zu Gebote stehen, sich kaum von einer ohne alle Aschenbestandtheile unterscheidet.

Der Nachweis der Entbehrlichkeit des Calciums scheint etwas leichter geführt werden zu können. In der That sind in Flüssigkeiten, in denen kein Kalk nachgewiesen werden konnte, recht intensive Gährungen möglich gewesen, wenn sich diese Gährungen auch bis jetzt nicht auf beliebig grosse Mengen von Flüssigkeit übertragen liessen. Allein dies Letztere kann seine Ursache haben in der ungünstigen chemischen Form und der überhaupt schwierigeren Vergährungsfähigkeit von Flüssigkeiten, die von stickstoffhaltigen Stoffen nur Ammoniaksalze enthalten und in denen bisher diese Versuche allein vorgenommen werden mussten, weil die besseren stickstoffhaltigen Substrate, wie Pepsin, Diastase, sich stets wie schwefel- so auch kalkhaltig erwiesen haben. Der evidente Beweis der Entbehrlichkeit dieses Stoffes ist daher, wie ich schon früher hervorgehoben habe, von der Reindarstellung jener besten stickstoffhaltigen Nahrungsmittel des Hefepilzes von Kalk [1]) abhängig, von der es ebenso fraglich ist, ob sie gelingt.

---

[1]) Das zu meinen Versuchen verwendete Pepsin war ausserdem auch magnesiahaltig und deshalb vermochten Versuche, welche die ausserordentliche Vergährungsfähigkeit pepsinhaltiger Zuckerlösungen, denen von Aschenbestandtheilen weiter Nichts zugesetzt war als phosphorsaures Kali, zeigten, Nichts über die Entbehrlichkeit der Magnesia für den Hefepilz unter diesen

Man sieht also, aus welchen Gründen man in der Frage nach der Entbehrlichkeit der einzelnen Aschenbestandtheile noch nicht weiter vorgerückt ist, und wovon es abhängig ist, dass die aufgeworfenen Fragen überhaupt ihre Erledigung finden. Eine weitere Aufklärung der Stickstoffernährung des Hefepilzes musste auch in dieser Beziehung förderlich wirken, und so wurde in den späteren Versuchen vorzüglich dieser Gegenstand in Angriff genommen. — Ich werde nun zunächst von diesen Versuchen Bericht erstatten.

In erster Linie habe ich von einer Versuchsreihe Mittheilung zu machen, durch die im Wesentlichen die Frage nach dem Verhalten der Diastase als stickstoffhaltiger Nährstoff der Hefepflanze beantwortet werden sollte. Ich hatte mir bei meinen früheren Untersuchungen die Frage gestellt, auf welche Weise sich der Hefepilz in der Bierwürze, die bekanntlich eine recht lebhafte Gährung zu unterhalten vermag, bezüglich seines Stickstoffgehalts ernähren möge? Die Proteïnstoffe des Malzaufgusses konnten dies nach den von mir erlangten Resultaten unmöglich sein, denn auf Kosten dieser ging, so weit meine Versuche reichten, eine kaum erwähnenswerthe Gährung von Statten. Ich hatte damals schon die Vermuthung ausgesprochen, dass die Diastase der fragliche Körper sein möge, allein mit dieser selbst keine Versuche angestellt, sondern mit einem auf analoge Weise aus dem Extracte frischer Bierhefe dargestellten Körper, und mit diesem leidlich starke Gährungsintensitäten [1]) erhalten.

Die aufgeworfene Frage musste natürlich weiter verfolgt werden, und in den hier zunächst zu beschreibenden Versuchen wurde nach der gewöhnlichen Methode aus Malzaufguss durch Fällen der durch Erhitzen auf 70° C. vom Albumin befreiten

---

Umständen auszusagen. Durch Gährungsversuche mit Ammoniak ist ja aber die Unentbehrlichkeit von Magnesiasalzen zur Genüge festgestellt.

Lässt man auch das phosphorsaure Kali weg, so erhält man in den pepsinhaltigen Zuckerlösungen nach Hefeaussaat keine Gährung von erwähnenswerther Intensität, obwohl sich andere Organismen in solchen Flüssigkeiten zu entwickeln vermögen.

[1]) Vergl. meine Untersuchungen etc. p. 76.

klaren Lösung mit vielem starken Alkohol Diastase bereitet. Die so bereitete Diastase, bei deren ganzer Darstellung das Ueberschreiten einer Temperatur von 70° C. ängstlich vermieden wurde, zeigte die Fähigkeit, Stärkekleister in Zucker zu verwandeln, in hohem Grade. Es fanden jedoch auch vergleichungsweise ebenso dargesellte Präparate bei den Gährungsversuchen Verwendung, bei deren Darstellung das Erhitzen auf 100° C. nicht vermieden wurde und die folglich jene fermentartige Wirksamkeit verloren hatten. Ich werde jedoch der Einfachheit wegen auch diese Präparate als Diastase bezeichnen, aber nicht unterlassen, ihrer abweichenden Darstellungsweise Erwähnung zu thun.

Das Pepsin, welches in diesen Versuchen Verwendung fand, war gegenüber dem früher gebrauchten von ausserordentlicher Reinheit. Jenes war nach einer älteren und roheren Methode mit Stärkemehl niedergeschlagen worden und enthielt einen sehr bedeutenden Procentsatz von leicht unter dem Mikroskope erkenntlichen Stärkekörnern[1]; das jetzt fast ausschliesslich von mir verwendete war nach der Wassmann'schen Methode bereitet[2]. Nach derselben wird der wässerige Auszug der Magenschleimhaut mit essigsaurem Blei gefällt, der Niederschlag durch Schwefelwasserstoff zersetzt und die dann von diesem Niederschlag abfiltrirte Lösung durch Alkohol gefällt. Das so erhaltene Pepsin ist von tief brauner Farbe, klebriger Beschaffenheit, schwierig zu trocknen, nach dem Trocknen in der Wärme spröde, so dass es sich zu Pulver zerreiben lässt, welches aber nach kurzer Zeit auch im trockenen Zustande wieder aneinander klebt. Dasselbe löst sich leicht ohne Rückstand in Wasser, die Lösung giebt nicht die geringste Fällung mit concentrirter Salpetersäure, auch nicht in der Wärme, zeigt auch beim Kochen für sich keine Trübung, wird aber durch eine Jodlösung mit tief brauner Farbe gefällt. Die Lösung wird desgleichen gefällt durch essigsaures Blei, Quecksilbersublimat, Platinchlorid und am stärksten durch Gerbsäure. Sehr starker Alkohol giebt ferner in der

[1] Dasselbe ist bekannt unter dem Namen französisches Pepsin; vergl. Kühne: Physiol. Chemie 1868 p. 36.

[2] Vergl. ebenda p. 34.

Lösung dieses Pepsins einen Niederschlag. — Schliesslich findet sich noch in der von mir zu beschreibenden Versuchsreihe als stickstoffhaltiger Nährstoff jener durch Alkohol gefällte Extract aus frischer Hefe, dessen Fähigkeit, den Hefepilz zu ernähren, früher nachgewiesen worden war.

Ausser diesen Variationen in der Ernährung durch stickstoffhaltige Nahrungsmittel fanden auch solche in Bezug auf Aschenbestandtheile statt, hinsichtlich deren die betreffende Tabelle genügende Auskunft ertheilt.

In Bezug auf die Methoden der Versuchsanstellung habe ich nur zu bemerken, dass die Gährflüssigkeiten in kleinen so eingerichteten Apparaten sich befanden, dass es möglich war, die Kohlensäureverluste in Folge der Gährung mit ziemlich grosser Genauigkeit zu messen[1]. Nach beendigter Gährung konnten dann Alkohol- und andere Bestimmungen angestellt werden.

Am 12. October (1869) wurden 12 solcher kleinen Gährungsapparate mit 20 CC. 15procentiger Candiszuckerlösung und folgenden Mengen von stickstoffhaltigen Stoffen und Aschenbestandtheilen beschickt:

No. des Apparats.	stickstoffh. Subst.		Aschenbestandtheile. Grm.		
43	0,11 Grm. Pepsin		0,1 KH_2PO_4	+ 0,06 $MgNH_4PO_4$	
2	0,11 » »		0,1 »	+ 0,05 $MgSO_4$	+ 0,01 $Ca_3P_2O_8$
59	0,11 » »		0,1 »	+ 0,05 »	
50	0,22 » »		0,1 »	+ 0,05 »	
8	0,3 Grm. Diastase	auf 100° erhitzt.	0,1 »	+ 0,06 $MgNH_4PO_4$	
27	0,3 » »		0,1 »	+ 0,05 $MgSO_4$	+ 0,01 $Ca_3P_2O_8$
68	0,3 » »		0,1 »	+ 0,05 »	+ 0,01 »
61	0,3 » »		0,1 »	+ 0,05 »	
40	0,3 » » [2]		0,1 »	+ 0,05 »	
67	0,3 » » [3]		0,1 »	+ 0,05 »	
54	0,3 Grm. Hefeextract.		0,1 »	+ 0,05 »	+ 0,01 $Ca_3P_2O_8$
22	0,3 » »		0,1 »	+ 0,05 »	

[1] Die Apparate bestanden aus kleinen 30 CC. fassenden cylindrischen Fläschchen mit abwärts steigenden Entbindungsröhren, denen Chlorcalciumröhren vorgelegt waren. Die letzteren waren nach aussen hin durch ein Bunsen'sches Ventil geschlossen. Der einzelne Apparat wog 50—60 Grm., überstieg also nicht die Belastung einer feinen Wage. Eine Zeichnung desselben findet sich: Untersuchungen etc. p. 9.

[2] Die in Versuch No. 40 verwendete Diastase war aus Malz dargestellt, das vorher dazu verwendet worden war, eine grosse Menge Stärkemehl in Zucker zu verwandeln, war also solche, die längere Zeit ihre fermentartige Thätigkeit ausgeübt hatte.

[3] Bei der in No. 67 verwendeten Diastase war das Ueberschreiten einer Temperatur von 70 ⁰ C. sowohl bei der Darstellung als auch beim üblichen Erhitzen der Gährungsapparate vor der Aussaat vermieden worden.

Die Apparate wurden nach geschehener Beschickung längere Zeit auf den Kochpunkt erhitzt (mit Ausnahme von No. 67, wo dies, wie angegeben, vermieden wurde), nach dem Erkalten eine Aussaat von lebenskräftigen Hefezellen in minimalen Mengen vorgenommen; alsdann wurden dieselben in einem abgeschlossenen durch concentrirte Schwefelsäure trocken erhaltenen Raume aufgestellt, von Zeit zu Zeit gewogen und auf diese Weise die in der folgenden Tabelle verzeichneten Kohlensäureverluste ermittelt. Die erste Wägung ward noch am 12. October vorgenommen, die anderen an den angegebenen Tagen zu den entsprechenden Stunden.

Kohlensäureverluste der Gährungsapparate in Milligrm.

October	43	2	59	50	8	27	68	61	40	67	54	22	Temperatur.
13	2	5	7	1	0	2	1	3	keine erhebliche Abnahme.	0	1	1	13° C.
14	47	46	31	16	6	7	6	10		7	4	3	12,7°
15	71	73	69	83	13	22	22	16		16	19	18	12,2°
16	99	108	103	121	27	39	44	34		41	30	29	12°
17	146	179	150	181	49	63	69	60		68	44	42	11,7°
18	66	111	105	106	43	48	54	46		56	32	34	9,5°
19	70	118	112	111	50	44	57	50		60	35	33	7°
20	123	185	180	188	65	66	86	68		85	54	52	18° [1]
21	118	159	159	165	72	83	110	99		112	66	63	16°
22	130	117	130	120	57	65	101	77		100	53	51	17°
23	125	102	108	106	58	56	76	66		75	46	43	17,5°
24	118	97	102	100	46	51	53	54		72	33	34	17°
25	107	81	86	83	69	47	79	68		69	32	42	17,5°
26	104	61	81	62	78	46	95	86		79	46	65	16° [2]
27	75	32	60	31	96	41	101	109		89	49	71	
28	32	20	33	20	84	9	87	82		70	30	57	
29	11	13	7	13	66	1	51	78		50	21	36	
30	1,444	1,507	1,523	1,507	0,879	0,690	49	79		42	0,595	10	
											Zunahme	0,684	
Novbr. 1							44	80		31			
2							40	75		21			
							1,226 Zunahme	176		1,143 Zunahme			
9								1,416					

[1]) NB. Vom 19. October an wurde in dem Zimmer, wo die Gährungsapparate standen, geheizt. Die von da an angegebenen Temperaturen sind die beim Wägen abgelesenen Tagestemperaturen, die nächtlichen Temperaturen schwankten von 10—13° C.

[2]) Von da an blieb die Temperatur bei Tage nahe bei 17° C. und wurde nicht weiter notirt.

An dem Tage, an welchem auf der vorliegenden Tabelle ein Strich unter der Columne der Kohlensäureverluste sich befindet und die Summe der Gewichtsverluste gezogen worden ist, wurde der betreffende Versuch unterbrochen und in den Fällen, wo dies erwünscht erschien, eine Alkoholbestimmung ausgeführt. Dieselbe ergab folgende Mengen Alkohol[1]:

in No. 43,	2,	59,	50,	27.
1,49 Grm.	1,57 Grm.	1,56 Grm.	1,57 Grm.	0,67 Grm.

Ueber den Verlauf der Gährung, etwaige Störungen durch andere Organismen u. s. w. sind folgende Angaben zu machen.

In den Apparaten 43, 2, 59, 50, also in allen denen, deren Gährflüssigkeit Pepsin als stickstoffhaltigen Zusatz erhalten hatte, zeigte sich zu keiner Zeit eine Vegetation auf der Oberfläche der gährenden oder der vergohrenen Flüssigkeit. Ebenso war der flüssige Inhalt zur Zeit, wo derselbe der Destillation unterworfen wurde, völlig klar. Nur der Inhalt von No. 43, der noch unter diesen 4 Versuchen am unvollständigsten vergohren hatte, zeigte eine kaum bemerkliche Trübung. Demgemäss war auch der ermittelte Alkoholgehalt im Verhältniss zur Kohlensäure ein sehr hoher, da durch keinen anderen störend eingreifenden Gährungsvorgang Kohlensäure producirt, Alkohol zerstört worden war. Nur in No. 43 lehrte nachher der mikroskopische Befund, dass ein fremder Organismus sich in geringem Masse neben der alkoholischen Hefe eingenistet hatte. Frühere Untersuchungen von mir haben gezeigt, dass sich das Verhältniss des gefundenen Alkohols und der Kohlensäure zu Gunsten der letzteren umzukehren pflegt, wenn sich in erheblichem Masse andere Organismen, wie Mycodermen und Schimmelpilze, entwickeln[2]. Das im vorliegenden Falle gefundene Verhältniss von Alkohol und Kohlensäure stimmt ausserdem sehr gut mit den Pasteur'schen Angaben, nach welchen dies Verhältniss bei einer reinen

---

[1]) Alle Alkoholbestimmungen wurden auch in diesen Untersuchungen durch Destillation und Bestimmung des specifischen Gewichts mit dem Piknometer gemacht.

[2]) Vergl. Untersuchungen etc. p. 18.

Alkoholgährung wie 96,3 Theile Kohlensäure zu 100 Alkohol sein soll [1].

In allen übrigen Gährflüssigkeiten wurde die alkoholische Gährung in ihrem späteren Verlauf gestört durch Entwicklung von anderen Organismen, meistens Mycoderma aceti oder vini. In No. 8, 68, 61, 40, 67, 54, 22 trat Essigbildung ein, und in einigen Apparaten, in No. 68, 40, 67, 54, trat diese Essigbildung so in den Vordergrund, dass die Gewichtsabnahme einer beginnenden Gewichtszunahme Platz machte, welche in der gegebenen kleinen Tabelle nach ihrer ersten Constatirung nicht weiter verfolgt wurde. In No. 27 war eine Flüssigkeitsoberhaut, gebildet aus Mycoderma vini, zu bemerken, und der Einfluss dieses Organismus giebt sich deutlich zu erkennen durch das Verhältniss zwischen vorgefundenem Alkohol und entwichener Kohlensäure, das sich zu Gunsten dieser letzteren herumgedreht hat.

Dennoch gestatten die Zahlen der mitgetheilten Tabelle auch für alle diese Fälle [2], da bei keinem anderen gährungsartigen Processe so bedeutende Gewichtsverluste resultiren, als in Folge der alkoholischen Gährung (nicht einmal durch eine leicht erkennbare Schimmelvegetation von äusserster Ueppigkeit, wo diese Verluste noch verhältnissmässig die grössten Werthe erreichen), eine Beurtheilung, ob die einzelnen verabreichten stickstoffhaltigen Substanzen als Nährstoffe für den alkoholischen Hefepilz dienen können. Dazu wurden, wo es nöthig schien, quantitative oder mindestens qualitative Alkoholprüfungen vorgenommen und so die Richtigkeit der Deutung jener Gewichts-

---

[1] Vergl. Compt. rend. T. 58 (3) p. 347, wo dieses Verhältniss wie 4,911 : 5,100 angegeben ist.

[2] Mit Ausnahme allerdings von No. 40, welcher Versuch durch frühzeitige Ueberhandnahme der Essigbildung und wahrscheinlich noch einiger anderen an Organismen geknüpften Gährungserscheinungen als völlig gescheitert angesehen werden muss. Der mikroskopische Befund ergab zwar eine Vermehrung der Hefezellen, aber Alkohol wurde am 29. October keiner mehr in der Flüssigkeit vorgefunden, wie auch die Kohlensäureverluste sehr geringe gewesen waren. Die betreffende Frage nach der Wirksamkeit der schon zu Zuckerbildung benutzten Diastase musste also unbeantwortet bleiben.

verluste controlirt[1]). Somit kann aus den in der mitgetheilten Tabelle enthaltenen Zahlen Folgendes für die Ernährung des Hefepilzes geschlossen werden:

Das Pepsin hat sich wieder als ein vortreffliches Nahrungsmittel des Hefepilzes herausgestellt und hat in den verschiedenen verwendeten Ansätzen ungefähr gleich gut gewirkt. Es erwies sich als völlig gleichgültig, ob 0,11 Grm. auf 20 CC. 15procentiger Zuckerlösung oder ob die doppelte Menge hiervon gegeben wurde. Auch die Variation in den Aschenbestandtheilen hat keinen deutlich bemerkbaren Erfolg gehabt, und daraus kann geschlossen werden, einmal dass der Hefepilz ausser den geringen Mengen des im Pepsin enthaltenen Schwefels (und den äusserst geringen Spuren, welche im Candiszucker nachgewiesen werden konnten[2]) keinen Bedarf an diesem Elemente hatte. Die früher einmal von mir aufgeworfene Frage nach der (theoretisch freilich unwahrscheinlichen) völligen Entbehrlichkeit des Schwefels für den alkoholischen Hefepilz könnte also leider auch mit Hülfe des Pepsins nicht beantwortet werden (selbst bei Anwendung von ganz schwefelfreiem Zucker), da das Pepsin nach der gewöhnlichen Darstellungsweise Schwefel in sich enthält. Das Gleiche gilt auch für die Versuche mit Diastase, wo auch das Weglassen eines schwefelsauren Salzes die Gährung nicht deutlich beeinträchtigte.

Der Zusatz oder das Weglassen von phosphorsaurem Kalk ist vollends ohne allen Einfluss auf den Verlauf der Gährung gewesen, so bei der Gährung auf Kosten von Pepsin, wie bei der auf Kosten von Diastase. Aber auch die Entbehrlichkeit des Kalkes wird durch diese Versuche nicht bewiesen, da sowohl

---

[1]) Uebrigens muss ich bemerken, dass in den meisten Fällen diese Controle als ganz und gar überflüssig unterbleiben kann, da mir bei einer sehr grossen Anzahl von Versuchen, bei denen ich jene Controle unternahm, eine falsche Deutung der Gewichtsabnahme niemals vorgekommen. Schon das blosse Aussehen der Flüssigkeit, noch mehr aber deren mikroskopische Untersuchung giebt genügenden Aufschluss, und die Frage nach der Beeinflussung der Gährungsgleichung durch die Ernährung der Hefe, habe ich bei diesen Versuchen zu beantworten, vorerst noch nicht unternommen.

[2]) Siehe hierüber weiter oben.

das von mir verwendete Pepsin als auch die Diastase nicht unerhebliche Mengen von Kalk enthielt.

Was die Gährungsintensitäten betrifft, welche in der vorliegenden Versuchsreihe mit Pepsin erhalten worden sind, so sind dieselben relativ wieder sehr hohe, und dass die gefundenen Werthe nicht die Höhe von einer früher mitgetheilten Gährung [1]) erlangt haben, ist allein der Anfangs etwas ungünstigen Temperatur zuzuschreiben (vergl. die Temperaturangaben). Ich habe später bei noch etwas niedrigerer Temperatur (8 ° C. durchschnittlich zu Anfang des Versuchs) einen Gährungsversuch mit Pepsin angestellt und dabei den ersten und einzigen Fall constatirt, wo sich bei Ernährung durch Pepsin eine träge, durch Monate sich hinschleppende Gährung zeigte und wo neben der alkoholischen Hefe andere Gährungsorganismen ihr Dasein behaupteten und in die alkoholische Gährung störend eingriffen. — Im vorliegenden Falle hat die Gährung in den pepsinhaltigen Flüssigkeiten kaum über 14 Tage gedauert, was bei einer so minimalen Aussaat, wie ich sie vorzunehmen pflege, immerhin ein rascher Verlauf zu nennen ist und einer rapiden Vermehrung der Hefezellen entspricht [2]).

---

1) Vergl. Untersuchungen etc. p. 72, wo nach 8 Tagen die ganze 15procentige Zuckerlösung nach minimaler Aussaat vergohren war.

2) Es ist hier der Resultate Rösler's und Bialoblocki's Erwähnung zu thun, welche meine Gährungsversuche mit verschiedenen stickstoffhaltigen Substanzen mit geringen Abänderungen wiederholt haben (vergl. Annal. d. Oenologie, Heidelberg 1869, I. p. 60), da dieselben bei Ernährung des alkoholischen Hefepilzes durch Pepsin durchaus keine so auffallend intensive Gährung beobachtet haben wollen. Allein man braucht die Composition der Ansätze der genannten Herren sich nur ein wenig näher anzusehen, um die Ursache für die verhältnissmässig niedrigen Gährungsintensitäten bei ihren Versuchen zu begreifen. Ich wendete in meinem ursprünglichen Versuche, der mich zur Auffindung jenes eigenthümlichen Verhaltens des Pepsins führte, 0,23 Grm. des stark mit Stärkemehl verunreinigten Pepsins an. Bialoblocki und Rösler verwendeten in ihren Versuchen die $2^1/_2$fache Menge einer noch etwas concentrirteren (18procentigen) Zuckerlösung für jeden einzelnen Ansatz, vermehrten den Zusatz aller übrigen stickstoffhaltigen Substanzen, deren Fähigkeit, den Hefepilz zu ernähren, vergleichungsweise geprüft werden sollte, in einem noch stärkeren Verhältniss, nahmen nämlich von denselben die 4fache Menge der von mir angewandten (vergl. p. 53), hielten es aber

Vergleichen wir nun mit diesen Gährungsversuchen mit Pepsin jene anderen, welche mit Diastase angestellt worden sind, so ist zwar auch auf Kosten dieser stickstoffhaltigen Substanz eine ansehnliche Gährung möglich gewesen; allein dieselbe steht doch in jedem einzelnen Fall hinter einer Gährung, wo der Hefepilz sich auf Kosten von Pepsin ernährte, zurück, und

---

merkwürdiger Weise nicht für nothwendig, eine grössere Menge von Pepsin für ihre einzelnen Versuche zu verwenden, als ich bei meinen Versuchen in kleineren Dimensionen genommen hatte. — Machen wir die günstigste Annahme, alles Nicht-Stärkemehl in dem von uns verwendeten (französischen) Pepsin sei solches in so reinem Zustande gewesen, als mir zu meinen späteren Versuchen zu Gebote stand, so haben wir 0,087 Grm. Pepsin zugegeben. Auf die gleiche Zuckermenge haben aber Bialoblocki und Rösler nur den dritten Theil verwendet — macht auf die Dimensionen meiner Apparate und die Concentration meiner Versuchsflüssigkeiten berechnet 0,029 Grm. reines Pepsin. Dies ist eine relative Verminderung des stickstoffhaltigen Nährstoffs, die sich endlich auch in einer Verringerung der Gährungsintensität geltend machen muss, und wie spätere Versuche von mir lehren, sich thatsächlich in einer solchen geltend macht. — Es ist mir in der That unbegreiflich, wie man vergleichende Versuche unter solch' willkührlichen und dem Sinn nach unverständlichen Abänderungen der ursprünglichen Verhältnisse vornehmen kann und daraus Schlüsse wie den Eingangs dieser Anmerkung erwähnten ziehen mag. — In der That können gerade die Versuche von Bialoblocki und Rösler als bester Beleg für die ausserordentliche Leistungsfähigkeit des Pepsins als Nahrungsmittel des Hefepilzes dienen, da selbst eine so sehr verringerte Menge desselben noch etwas mehr zu leisten vermochte, als irgend einer der übrigen stickstoffhaltigen Nährstoffe, die zur Verwendung kamen. Auch spricht hierfür laut genug der Umstand, dass man sich gerade im Karlsruher landwirthschaftlichen Laboratorium zur Züchtung der kräftigsten Hefe (vergl. p. 50 a. a. O.) eines Zusatzes von Magensaft bedient, was ja doch nichts Anderes ist, als die praktische Verwerthung von der Erkenntniss der vorzüglichen Leistungsfähigkeit des Pepsins in dieser Richtung.

Ich erwähne hier auch gleichzeitig eines der anderen zahlreichen Irrthümer, die sich bei der Zusammenstellung der an sich werthvollen Versuchsresultate in der Arbeit der genannten Herren eingeschlichen haben, und unter welchen sich sogar falsche Citate befinden, weil derselbe leicht zu Missverständnissen führen könnte. Es wird nämlich (a. a. O. p. 59) behauptet, dass in den daselbst veröffentlichten Versuchen die Gährung rascher verlief, als in den meinigen, während die von mir erlangten Gährungsintensitäten wegen der günstigeren Sommertemperatur stets um das Vielfache, in einzelnen Fällen ceteris paribus um das 14fache und mehr höher gewesen sind.

die Gährungsflüssigkeit war in hohem Grade disponirt, der Ausbreitung anderer Organismen Vorschub zu leisten. Bemerkenswerth dabei ist, dass es bei der Darstellung der Diastase für deren Befähigung, den Hefepilz zu ernähren, gleichgültig war, ob dabei die Temperatur von 70° überschritten, das Erhitzen der Lösungen zum Sieden, das Trocknen des festen Körpers bei 100° ruhig vorgenommen worden war, oder ob das Ueberschreiten jener Grenztemperatur vermieden wurde und dadurch dem resultirenden Producte die Fähigkeit, Stärke in Zucker überzuführen, erhalten blieb. Der Unterschied im Verlauf der Gährung in den Apparaten 67 und 61, welche im Uebrigen ganz gleichartige Bedingungen repräsentirten, war durchaus nicht so verschieden, um daraus einen Einfluss jener höheren Erhitzung der verwendeten Diastase auf den Verlauf der Gährung abzuleiten.

Es ist dies Verhalten von erheblichem Interesse, da es das volle Analogon ist zu dem des Pepsins, welches auch ohne Schaden für seine Fähigkeit, den Hefepilz zu ernähren, auf den Siedepunkt und, wie einige meiner Versuche lehren, auch etwas über denselben erhitzt werden kann. Es ist daraus, wie ich schon früher hervorgehoben habe[1], ersichtlich, dass die Rolle jener Fermentstoffe als Nährstoffe des Hefepilzes durchaus Nichts mit ihrer Begabung, fermentartige Wirkungen auszuüben, zu thun hat, denn dieselben können Operationen unterworfen werden, welche sie dieser letzteren berauben, ohne darüber jene erstere Befähigung einzubüssen[2]. Man muss also streng genommen nicht bloss von der Fähigkeit der Diastase, des Pepsins, den Hefepilz zu ernähren, sprechen, sondern muss daneben diese Fähigkeit für das über 70° erhitzte Pepsin und die erhitzte Diastase, die keine Fermentkörper mehr sind, hervorheben. Wir werden so auch von der naheliegenden Gefahr frei bleiben, eine Ernährungstheorie für jene Stoffe auf ihre Fermentwirkungen aufzubauen, oder gar beide Erschei-

---

[1] Vergl. Zeitschrift f. Biologie 1869, p. 311 u. f.

[2] Wir werden im Verlaufe dieser Abhandlung noch Bestätigungen dieses Verhaltens von ganz anderer Seite her erhalten.

nungen, die jene Körper anzuregen im Stande sind, und welche so grosse Aehnlichkeiten in ihrem äusseren Auftreten zeigen, als einander völlig analog anzusehen [1]. — Auf die geringen und nicht mit Sicherheit zu deutenden Unterschiede, welche durch die verschiedene Ernährung in Bezug auf Aschenbestandtheile, das Weglassen oder Zumischen eines schwefelsauren Salzes oder von phosphorsaurem Kalke bewirkt werden, haben wir bereits hingedeutet.

Die beiden Versuche 54 und 22 mit durch Alkohol gefälltem Hefeextract wurden schliesslich zur Vergleichung mit der Wirkung der Diastase unternommen. Ich hatte in meiner ersten Veröffentlichung über die Ernährung des Hefepilzes, wo ich das Resultat mit diesem Hefeextract beschrieb, ausgesprochen [2], dass dieser Körper, der aus dem Hefeextract in gleicher Weise gewonnen wird, wie die Diastase aus dem Malzauszug, mit dieser wenigstens gemeinschaftliche Principien enthalten müsse, da ja die Bestandtheile der Bierhefe dem Malzauszug entstammen. In der That verhielten sich beide Stoffe als Nahrungsmittel des Hefepilzes auch ziemlich ähnlich. Die geringen constatirten Intensitätsunterschiede im Verlaufe der Gährung müssen wohl,

---

[1] Vergl. ebenda p. 317. — Gewiss ist Manchem nach meiner ersten Publication der Thatsache, dass ein Fermentstoff oder eine Reihe von Fermentstoffen die alkoholische Gährung unterstützten, der Gedanke gekommen, dass sich dadurch gerade die alkoholische Gährung als eine Fermentwirkung (im chemischen Sinne des Worts) offenbare, und dass nur meine Interpretation, die jenen Stoffen nur die Fähigkeit, dem Hefepilz als Nahrung zu dienen, zuschrieb und aus diesem Gesichtspunkte ihre Wirkung erklärte, eine falsche sein möchte. Obgleich nun diese Folgerung deshalb unzulässig gewesen wäre, weil das von mir verwendete (erhitzte) Pepsin ja kein Fermentstoff mehr war, so bin ich doch den entscheidenden und dazu sehr einfach auszuführenden Versuch, den Zusatz von Pepsin zu einer Zuckerlösung ohne Aussaat von Hefeelementen, damals schuldig geblieben. Ich habe nun diesen Versuch, weniger diese Eventualität als jene Missdeutung fürchtend, nachgeholt und constatirt, dass in diesem Falle keine Gährung eintritt. Dieser Versuch kann dann zugleich wieder als ein neuer Beleg für die Schwann-Pasteur'sche Auffassung von der Ursache der Alkoholgährung gelten.

[2] Vergl. Untersuchungen etc. p. 74.

wenn sie anders eine Bedeutung haben, auf einen etwas verschiedenen Gehalt der beiden Substanzen an dem eigentlich wirksamen Princip (denn mit chemischen Individuen haben wir es ja in beiden Fällen nicht zu thun) zurückgeführt werden.

Der durchgreifendste Unterschied in den Gährungsintensitäten erwies sich bei den angestellten Versuchen also zwischen den Gährungsflüssigkeiten mit Pepsin einerseits und mit Diastase oder der aus dem Hefeextract gewonnenen Substanz andererseits, ein Unterschied, der für Pepsin und diese letztere Substanz auch schon früher von mir festgestellt war [1]), und hiermit berühre ich einen Punkt, der noch weiter in anderer Richtung verfolgt wurde. Ich erinnere daran, dass ich ursprünglich Versuche mit fermentartigen Substanzen angestellt hatte, von dem Gesichtspunkte ausgehend, dass viele sogenannte Fermentwirkungen thatsächlich von Organismen abhängig seien, und dass damit die chemischen Substanzen, welche man als Fermente zu isoliren suchte, zu blossen Nahrungsmitteln jener Organismen herabsänken [2]). — Diese Anschauung war, wie jetzt klar zu Tage liegt, eine einseitige und keineswegs durchgehend richtige, und ich habe später selbst gezeigt, wie strenge von einander Gährungserscheinungen, durch Organismen angeregt, und Fermentwirkungen unterschieden werden müssen [3]). Wir haben ja erst vorhin gesehen, wie die Fähigkeit einiger Fermentstoffe, den Hefepilz zu ernähren, mit ihrer Befähigung, Fermentwirkungen zu veranlassen, nicht im allergeringsten Zusammenhang steht. Allein jener Gedanke, so irrig er im vorliegenden speciellen Fall immerhin sein mochte, hat mich ohne mein Verdienst zu der von unserem jetzt gewonnenen Standpunkte aus ganz unerwarteten Entdeckung geführt, dass das Pepsin ein ganz ausgezeichnetes stickstoffhaltiges Nahrungsmittel des Hefepilzes ist. Diese Thatsache steht vielmehr jetzt ganz isolirt da, ohne dass wir deren Sinn und Verstand einzusehen vermögen, und wenn andere Fermentkörper von sonst

---

1) Vergl. Untersuchungen etc. p. 73.

2) Vergl. ebenda p. 71.

3) Vergl. Zeitschr. f. Biologie a. a. O.

ähnlichem Verhalten sich nun als weniger geeignet erweisen, den Hefepilz zu ernähren, so müssen wir diese neue Thatsache wieder einfach registriren, ohne dass sie unser Erstaunen zu erregen braucht, und wir müssen hoffen, in Zukunft Licht über die beobachteten Erscheinungen zu erhalten.

Es ist also kein Grund mehr dafür vorhanden, die Thatsache auffallend zu finden, dass sich die Diastase nach den bis jetzt vorliegenden Untersuchungen als ein weniger gutes Nahrungsmittel für den alkoholischen Hefepilz bewährt hat, als das Pepsin, da wir in Bezug auf diesen Organismus noch nicht den Schatten einer Theorie der Nährfähigkeit stickstoffhaltiger Stoffe besitzen, und ich bin jetzt auf Grund von weiter zu erörternden Versuchen im Stande, ganz analoge Thatsachen für eine ganze Reihe von thierischen Fermentstoffen, als da sind Ptyalin, Pankreatin, Brücke's Pepsin, welche sich alle als schlechte Nahrungsmittel des Hefepilzes gezeigt haben, namhaft zu machen. Von Versuchen, die diesen Sachverhalt beweisen, führe ich hier an einen vergleichenden Versuch, in dem auf die gewöhnlich verwendeten Mengen von Zuckerwasser und Aschenbestandtheilen 0,05 Grm. Pepsin und die gleiche Menge Ptyalin genommen wurde. Nach 23 Tagen, während denen in der pepsinhaltigen Flüssigkeit sichtliche Kohlensäureentwickelung (am 7. Tage nach der Aussaat begonnen) stattgefunden hatte, in der ptyalinhaltigen äusserlich keine Gährung bemerklich war, wurde abdestillirt und in der ersteren Mischung 1,453 Grm., in der anderen nur 0,40 Grm. Alkohol vorgefunden. Unter dem Einflusse des mit Pepsin ernährten Hefepilzes war in der angegebenen Zeit die Gesammtzuckermenge vergohren, in der ptyalinhaltigen Flüssigkeit ceteris paribus kaum mehr als der vierte Theil derselben. Das Ptyalin hat sich mithin als ein stickstoffhaltiger Nährstoff des Hefepilzes erwiesen, der sogar von einer Reihe anderer stickstoffhaltiger organischer aber nicht fermentartiger Stoffe in seiner Nährfähigkeit übertroffen wird.

In einem anderen vergleichenden Versuche zeigte sich die Ueberlegenheit des nach der Wassmann'schen Methode dargestellten Pepsins (des bisher verwendeten) dem nach Brücke's Methode dargestellten gegenüber, und mit letzterem habe ich in

wiederholten Versuchen niemals eine irgend intensive Gährung erhalten. Das Brücke'sche Pepsin wird auf ganz andere Weise aus dem Magensafte oder der Magenschleimhaut erhalten, als das Wassmann'sche, auf welches sich unsere bisherigen Folgerungen bezogen, und wird als erheblich reiner betrachtet, als dieses. Nach der Brücke'schen Methode extrahirt man mit wässeriger Phosphorsäure, fällt die Lösung mit Kalk, wobei das Pepsin der Fällung von phosphorsaurem Kalke mechanisch anhaftet und von diesem mit niedergerissen wird. Der gewaschene Niederschlag wird darauf in Salzsäure gelöst, die Lösung mit einer gesättigten Lösung von Cholesterin in 4 Alkohol auf 1 Aether versetzt. Der sich absetzende Cholesterinschlamm wird mit der Flüssigkeit geschüttelt, abfiltrirt und auf dem Filter mit Wasser und verdünnter Essigsäure gewaschen, dann in wasserhaltigem Aether gelöst, die Cholesterinlösung von der wässerigen sich bildenden Schicht abgegossen und diese noch mehrfach mit Aether gewaschen. Dieselbe enthält dann Nichts als reines Brücke'sches Pepsin, das wie das Wassmann'sche verdauende Wirkungen in hohem Grade zeigt, sich aber durch mehrfache Reactionen von diesem unterscheidet. Das Brücke'sche Pepsin zeichnet sich einmal durch seine beinahe völlige Freiheit von eiweissartigen Verdauungsproducten, den Peptonen, aus und giebt daher die sogenannte Xanthoproteïnreaction mit Salpetersäure in viel geringerem Grade, als das Wassmann'sche, aber es zeigt auch eine Reihe von anderen Reactionen, die zum Theil Nichts mit jenen Peptonen zu thun haben, nicht oder in sehr viel geringerem Grade, als jenes. Seine Lösung wird nur durch essigsaures Blei und Platinchlorid noch schwach gefällt und giebt mit Sublimat, Jod, Gerbsäure[1]) sehr geringe Trübungen. Durch starken Alkohol ist das Brücke'sche Pepsin zum Unterschied vom Wassmann'schen ganz und gar nicht mehr fällbar. Es ist indessen mehr als zweifelhaft, ob wir es in dem Brücke'schen Pepsin, bei der Unfähigkeit

---

[1]) Nach Kühne, Physiol. Chemie, 1868, p. 36, soll es diese Fähigkeit nach den Brücke'schen Reinigungsmethoden ganz und gar eingebüsst haben.

dieser Substanzen zu krystallisiren, mit einer einigermassen reinen chemischen Substanz zu thun haben. So viel bleibt aber klar, dass wir es in den nach verschiedenen Methoden dargestellten Pepsinsorten mit Substanzen, resp. Gemischen von Substanzen zu thun haben, die alle mindestens einen gemeinschaftlichen Bestandtheil besitzen, welcher der Sitz der (Eiweiss-Verdauung genannten) Fermentwirkung ist. Bedenkt man zugleich, dass gerade diejenigen Pepsinsorten, welche von den Thierphysiologen als die wirksamsten und reinsten angesehen werden, auf den Verlauf der alkoholischen Gährung einen verhältnissmässig sehr geringen Einfluss ausüben und schlechte Nahrungsmittel des Hefepilzes sind, so wird man allen Grund haben, jenes vortreffliche stickstoffhaltige Nahrungsmittel dieses Organismus in einem der accessorischen, nicht auf die Eiweiss-Verdauung wirkenden Bestandtheile des Wassmann'schen und des französischen Pepsins zu vermuthen. Das Aufsuchen und überhaupt die nähere chemische Erörterung dieses Bestandtheils wird also eine der nächsten Aufgaben der Versuchsanstellung über unsern Gegenstand sein, und dabei wird besonders die Alkoholfällung aus dem Wassmann'schen Pepsin, als am meisten in die Augen springende Reactionsdifferenz, als Anhaltspunkt dienen müssen. Die Inangriffnahme jener Aufgabe setzt aber selbstredend das freie Verfügen über eine verhältnissmässig sehr grosse Menge jener seltenen physiologischen Präparate voraus. Ich gedenke sie gleichwohl bald in Angriff zu nehmen.

Das Resultat der angestellten Ueberlegung dient zugleich der vorhin gemachten Folgerung als neue Bestätigung, der Folgerung, dass Fermentwirkung und Wirkung auf die alkoholische Gährung beim Pepsin Nichts mit einander zu thun haben.

Weiter wurden Versuche mit noch einem anderen thierischen Fermente, dem Pankreatin, das bekanntlich die Fermentwirkung des Ptyalins mit der des Pepsins vereinigt, angestellt. Ich bin in der Lage, in Betreff des Verhaltens dieses Stoffes der Hefe gegenüber eine kleine Versuchsreihe, in der von Zeit zu Zeit die Kohlensäureverluste gewogen wurden, mitzutheilen. Vergleichungsweise wurde mit Ptyalin und dem wirksamen (Wassmann'schen) Pepsin experimentirt. In allen Versuchsflüssigkeiten

war neben 15 Proc. Zucker auf 20 CC. der Flüssigkeit 0,15 eines schon mehrfach verwendeten Aschengemisches vorhanden, das aus $^2/_3$ saurem phosphorsauren Kali und $^1/_3$ krystallisirter schwefelsaurer Magnesia bestand.

Apparat No. 5 enthielt ausserdem 0,05 Grm. Pepsin.
» » 39 » » 0,05 » Pankreatin.
» » 54 » » 0,05 » Ptyalin.
» » 6 » » keinen stickstoffhaltigen Zusatz.

Die minimale Hefeaussaat wurde am 7. April vorgenommen. Die Gewichtsverluste in Milligrammen betrugen:

April	No. 5	No. 39	No. 54	No. 6
15	—	—	18	Keine Abnahme.
19	—	2	39	
23	1	4	55	
26	29	35	41	
27	67	11	—	
29	173	18	40	
Mai				
9	562	41	70	
13	223	20	45	
18	245	36	89	
20	69	19	47	
21	27	—	—	
25	Summa 1,396 Grm.	59 (0,186 Grm.)	132 (0,444 Grm.)	
Juni				
4		60	165	
		Summa 0,305 Grm.		
Juli				
10		Zunahme.	495	
18			62	
			Summa 1,298 Grm.	

An dem Tage, wo die Endsumme der Kohlensäureverluste gezogen ist, wurden die Flüssigkeiten der Alkoholbestimmung unterworfen und gefunden:

in No. 5 1,480 Grm. Alkohol.
» » 54 1,286 » »

In No. 39 wurde diese Bestimmung nicht vorgenommen, weil dieselbe wegen der bereits eingetretenen Essigsäurebildung keinen Werth gehabt haben würde.

Man ersieht aus den mitgetheilten Zahlen, dass die Gährung auf Kosten von Pepsin erst 14 Tage nach der Aussaat sich einstellte, und auch dann noch theilweise wegen der etwas niedrigen Frühlingstemperatur von ziemlich geringer Intensität war. Das erstere ist eine Erscheinung, die nach minimaler Aussaat öfters eintritt und für den weiteren Verlauf der Gährung Nichts zu sagen hat. Das zweite stört nicht die Möglichkeit des Vergleichs mit den anderen Versuchen. Die relativ hohe Intensität der Pepsingährung erhellt deutlich aus der Thatsache, dass am 25. Mai dieselbe nahezu vollendet war, während die Kohlensäureverluste in No. 54 erst 444 Milligr., die in No. 39 gar nur 186 Milligr. betrugen, also erst ein sehr kleiner Bruchtheil der Gesammtzuckermenge vergohren war. In der ptyalinhaltigen Flüssigkeit ging indessen die Gährung langsam vorwärts, war aber selbst nach einem vollen Vierteljahre noch keine vollständige; in der pankreatinhaltigen Flüssigkeit wurde die Gährung nach langer Zeit, aber noch in einem sehr frühen Stadium der Vergährung, von einer Essigbildung überholt. In der That konnte am 18. Juli, wo auch diese beiden Versuche unterbrochen wurden, in No. 39 Essiggährung nachgewiesen werden. Das Destillat reagirte stark sauer, besass ein specifisches Gewicht kaum leichter als Wasser (0,9998) und enthielt neben Alkohol Essigsäure. Ausserdem konnten mikroskopisch für Essigbildung charakteristische Pilzformen nachgewiesen werden. Das Pankreatin scheint also die Essiggährung zu begünstigen, etwa wie dies die Proteïnstoffe zu thun pflegen. In einem anderen Falle habe ich mit Pankreatin eine sehr langsam verlaufende, nach 4 Monaten erst zur Hälfte beendete Alkoholgährung erhalten, wo die aufgefundene Alkoholmenge dem Kohlensäureverluste durchaus entsprach (0,79 Grm. : 0,775 Grm.) und keine Essigbildung eingetreten war. Hier war der Verlauf der alkoholischen Gährung trotz seiner geringen Intensität doch nicht von einer anderen Gährungserscheinung überholt worden, vermuthlich weil die gegebene Aussaat keine fremden Keime enthielt und so keine Gelegenheit zur Entwickelung fremder Organismen gegeben war.

In No. 54 endlich, der ptyalinhaltigen Gährungsflüssigkeit, war das Verhältniss zwischen gebildetem Alkohol und ent-

wichener Kohlensäure das der reinen alkoholischen Gährung entsprechende. In anderen Fällen habe ich in ebenso zusammengesetzten Flüssigkeiten auch Essigbildungen eintreten sehen.

Aus allen diesen Versuchen, die ich noch weiter fortgesetzt habe, ohne zu mittheilenswerthen neuen Resultaten gelangt zu sein, ist zu ersehen, dass bis jetzt kein pflanzlicher oder thierischer Fermentstoff aufgefunden ist, der sich hinsichtlich seiner Wirkung mit dem französischen oder Wassmann'schen Pepsin auch nur entfernt vergleichen liesse. Da wir indessen nunmehr erkannt haben, dass die Fähigkeit dieser Pepsinarten, als Nährstoff des Hefepilzes zu dienen, Nichts mit seiner Eigenschaft als Fermentkörper zu thun hat, so kann, wie gesagt, darin nichts Auffallendes gefunden werden. Jede Erfahrung, die wir machen, ist eine für sich dastehende neue Thatsache und weder die Widerlegung noch die Bestätigung eines deductiv hergeleiteten Urtheils.

Nach Besprechung der Gährungsversuche mit jenen verschiedenen thierischen Fermentstoffen kehren wir zu jenem pflanzlichen Fermentstoff, der Diastase, zurück. Bei diesem Stoffe ist trotz alledem die nachgewiesene Unfähigkeit, Gährungen von sehr grosser Intensität zu veranlassen, deshalb einigermassen auffallend und unerwartet, weil die Bierwürze nach Hefezusatz, aber auch nach minimaler Aussaat, resp. spontaner Infection, bekanntlich mit grosser Intensität vergährt und die unter diesen Umständen sich erzeugende Hefe, die rohe Bierhefe, auch noch in sich die Fähigkeit trägt, eine kräftige Gährung auf eine ziemlich grosse Menge reinen Zuckerwassers zu übertragen. Aus diesen Thatsachen kann natürlich mit Gewissheit geschlossen werden, dass in der Bierwürze (und ebenso in den nicht organisirten Theilen der Bierhefe) stickstoffhaltige Stoffe vorhanden sein müssen, welche in ihrer Fähigkeit, den Hefepilz zu ernähren, dem Pepsin kaum nachstehen dürften, und da in jenem Extracte keine anderen stickstoffhaltigen Stoffe in erheblichen Mengen bekannt sind, als Proteïnstoffe und Diastase, erstere aber nach den bis jetzt vorliegenden Erfahrungen ganz schlechte Nährstoffe des Hefepilzes sind, so lag es nahe, die Diastase ohne Weiteres als den Träger dieser Befähigung anzusehen.

Nach den dieser Voraussetzung nicht völlig entsprechenden Erfahrungen aber, welche wir bei Gährungsversuchen mit der Diastase gemacht haben, erschien es erlaubt, sich noch nach anderen Stoffen in der Bierwürze umzusehen, welche die wirklichen Träger jener Befähigung sein könnten. Es war beispielsweise denkbar, dass bei der Fällung der Diastase, welche wir ja ebenso wenig, wie das Pepsin, als ein chemisches Individuum anzusehen irgend welche Berechtigung haben, nur geringe Mengen jenes hypothetischen Stoffes mit niedergerissen werden, ähnlich wie man das Pepsin nach den älteren Darstellungsmethoden nur anhaftend an proteïnartigen Stoffen gewonnen hatte, so dass das gewonnene Product wohl die charakteristischen Reactionen des Pepsins, aber verdeckt und von geringerer Schärfe gab.

Von diesem Gedanken geleitet habe ich es unternommen, die Darstellung einer Substanz aus der Bierwürze versuchsweise nach eben denselben Methoden vorzunehmen, wie man das Pepsin aus dem Magensafte gewinnt. Indessen habe ich bis jetzt nach der Brücke'schen Methode aus einer erheblichen Menge concentrirten Malzextractes nur so geringe Mengen von Substanz erhalten, und diese Substanz hat, soweit ich mit derselben Versuche anstellen konnte, bis jetzt so wenig eine besondere Befähigung gezeigt, den Hefepilz zu ernähren, dass ich das Resultat dieses Versuches als ein entschieden negatives ansehen muss. Ich habe denselben Gedanken aber noch weiter verfolgt und die Darstellung der wirksamen Substanz nach der Wassmann'schen Methode unternommen, welche offenbar von vornherein viel mehr Aussicht auf Erfolg versprach. Ich habe nun allerdings nach dieser Methode nicht ganz unansehnliche Mengen von einer Substanz von wenig charakteristischen Eigenschaften erhalten [1]) und dieselbe erwies sich wenigstens so fähig, zur Gährung zu dienen, wie vielleicht die Diastase selbst; allein einen sehr entschiedenen

---

[1]) Diese Substanz besass bei 60—70° C. getrocknet auch nicht mehr die Fähigkeit der Diastase, Stärkemehl in Zucker zu verwandeln, wie eigens ermittelt wurde. Hieraus geht von Neuem hervor, dass die Fähigkeit, Fermentwirkungen zu vollziehen, Nichts mit der, der Gährung zu dienen, zu thun hat.

(mit der Wirkung des Pepsins vergleichbaren) Erfolg kann ich leider auch hierfür nicht verzeichnen. — Ich bin daher auf Grund meiner Versuche bis dahin noch kaum im Stande, die Ursache der auffallend guten Vergährungsfähigkeit der Bierwürze namhaft zu machen.

Wenn wir nun zum Schlusse dieses Passus das durch alle Untersuchungen über die Stickstoffernährung des Hefepilzes, welche ich nicht alle in ihren Einzelheiten mitzutheilen beabsichtigte, sich Ergebende zusammenzustellen suchen, so muss noch immer ausgesprochen werden, was schon ungefähr vor zwei Jahren auf Grund meiner ersten Versuche von mir gesagt wurde[1], dass das Pepsin, gleichviel ob es durch Erhitzen seiner fermentartigen Eigenschaften verlustig gegangen ist oder nicht, das beste bis jetzt bekannte und für sich darstellbare stickstoffhaltige Nahrungsmittel des Hefepilzes ist, dass bis jetzt kein anderer fermentartiger Stoff bekannt ist, der dem Pepsin in dieser Hinsicht sehr nahe käme, dass aber eine grosse Anzahl von anderen, bis jetzt durch kein sonstiges Merkzeichen erkennbaren, stickstoffhaltigen Körpern in geringerem Grade die Befähigung besitzen, den Hefepilz mit Stickstoff zu versorgen. Die eigentlichen Proteïnstoffe haben, soweit sie bis jetzt Gegenstand der Untersuchung gewesen sind, diese Befähigung nur in sehr geringem Grade. Ammoniaksalze[2]) und stickstoff-

---

[1]) Untersuchungen etc. p. 78.

[2]) Der Befähigung von Ammoniaksalzen, den Bierhefepilz hinsichtlich seines Stickstoffbedarfs zu ernähren, ist zwar kürzlich von Seiten Liebig's (Annal. d. Chem. u. Pharm. 1870, H. I, p. 34—42) widersprochen worden. Trotzdem glaube ich in dieser Veröffentlichung der Berücksichtigung der hieraus sich ergebenden Controverse überhoben zu sein, da jene Einwürfe sich ausser auf eine Reihe von theoretischen Erörterungen, denen sich ebensowohl ganz anders lautende Erwägungen substituiren liessen, nur auf das Missglücken einiger mit Ammoniaksalzen angestellten Gährungsversuche, oder wie v. Liebig sich selbst ausdrückt, auf »ein negatives Argument« gründen, welches »in Forschungen dieser Art kein besonderes Zutrauen erweckt«. Dazu kommt, dass meine Untersuchungen in dieser Richtung, welche jene Thatsache, die vielleicht nach den bis dahin vorliegenden Versuchen noch bezweifelt werden konnte, durch im wahren Sinne des Worts »hundertfache« experimentelle Belege feststellten, ja sogar von dem ausnahmslosen

haltige organische Stoffe, die ihrer Constitution nach dem Ammoniak nahe stehen, besitzen jene Befähigung in verhältnissmässig sehr erheblichem Grade. Salpetersaure Salze, Hydroxylaminsalze und Leucin sind, wie es scheint, ganz und gar ungeeignet, die Functionen jener anderen Stoffe in Bezug auf die Ernährung des Hefepilzes zu vertreten. Für die salpetersauren Salze habe ich diesen Nachweis schon vor

---

Eintritt derselben zu weiteren Forschungen Nutzen zogen, und ebenso einige andere, meine Resultate bestätigende (Annal. d. Oenolog. I, p. 57) v. Liebig unbekannt geblieben sind, obgleich ich nicht versäumt habe, auf dem Titel der von mir veröffentlichten Broschüre eigens darauf hinzudeuten, dass jene Fragen in derselben Erörterung gefunden hatten.

Ich glaube mich so berechtigt, die noch bestehende Controverse als wesentlich auf einem Missverständniss beruhend anzusehen, und in der Lage, im Texte dieselbe stillschweigend zu übergehen; denn im anderen Falle wäre ich gezwungen, schon Ausgesprochenes und Mitgetheiltes einfach zu wiederholen. Man wird nach dem Gesagten dieses Verfahren natürlich finden und nicht den Vorwurf der Unbescheidenheit an dasselbe knüpfen. Das Missglücken der Gährungsversuche von Liebig und Nägeli mit Ammoniaksalzen zu erklären, ist nicht meine Aufgabe, doch wäre dasselbe, im Falle sie Weinhefenasche als Aschenzusatz gewählt hätten, leicht verständlich, da in alkalischen Flüssigkeiten der Hefepilz zu Grunde geht (vergl. meine »Untersuchungen etc.« p. 61). Liebig hat in seiner Veröffentlichung keine Angabe hierüber gemacht. Vielleicht hat auch eine ungünstige Temperatur, die für eine alkoholische Gährung auf Kosten von Ammoniaksalzen ganz besonders schädlich ist, einige Schuld; auch über die Höhe jener fehlen die Angaben in der Liebig'schen Veröffentlichung.

Bezüglich der Liebig'schen Argumentation an jener Stelle und seiner Kritik der Pasteur'- und Duclaux'schen Folgerungen gestatte ich mir hier Folgendes zu bemerken:

1) Der Entstehung von Proteïnstoffen aus Zucker und Ammoniak in einem chlorophyllfreien Organismus stehen durchaus keine theoretischen Bedenken entgegen; dieselbe geht voraussichtlich auch in den chlorophyllhaltigen Pflanzen nicht unter dem Einfluss des Chlorophyllorgans vor sich (vergl. mein Lehrbuch der Agricultur-Chemie, I, p. 151).

2) Der Beweis der Vermehrung der Hefe bei deren Ernährung durch Ammoniaksalze, den Liebig als entscheidend ansieht, ist bereits erbracht worden; vergl. meine Untersuchungen etc. p. 59.

3) Die Abnahme der Hefesubstanz bei den Duclaux'schen Versuchen, auf die Liebig gleichfalls hindeutet, ist offenbar nur eine scheinbare, da vor der Gährung der Hefeextract mitgewogen wurde, nach derselben aber

zwei Jahren geliefert[1]) und nun von Neuem durch weitere Versuche nochmals bestätigt. In einem Ansatz, welcher aus 20 CC. 15procentiger Zuckerlösung, 0,1 Grm. phosphorsaurem Kali, 0,05 Grm. schwefelsaurer Magnesia und 0,05 Grm. salpetersaurem Kali bestand, wurde nach geschehener minimaler Aussaat während 14 Tagen kein Gewichtsverlust notirt, während in einer Reihe von Parallelversuchen mit Pepsin und anderen stickstoffhaltigen Nährstoffen ceteris paribus normale Gährung beobachtet wurde, und erst nach 3 Wochen etwa stellte sich eine üppige Schimmelvegetation in dem Gährungsapparat ein, welche dann das Eintreten von erheblichen Gewichtsverlusten zur Folge hatte. Also auch in dieser Beziehung ist eine Bestätigung früher gemachter Beobachtungen zu verzeichnen, dass nämlich salpeterhaltige Zuckerlösungen ausserordentlich zur Ernährung von Schimmelculturen sich eignen. Die morphologische

---

bloss der auf dem Filter verbleibende Rückstand bestimmt wurde; vergl. meine Untersuchungen etc. p. 57.

4) In den Gährungsgemischen, die von stickstoffhaltigen Substanzen lediglich Ammoniaksalze enthielten, wird von Liebig die Möglichkeit einer Milchsäuregährung zugegeben, also doch wohl die Ernährung eines hefenartigen Organismus durch Ammoniaksalze im Princip zugestanden (vergl. Ueber Gährung etc. p. 39), ferner von Schimmelbildung in solchen Gemischen gesprochen, was zu demselben Schlusse führt (vergl. ebenda p. 40 Anm.).

5) Den Liebig'schen Einwurf in Bezug auf den Schwefel, den Pasteur seinen Versuchsflüssigkeiten nicht zugesetzt haben soll, habe ich anderen Orts erledigt (vergl. landw. Versuchs-Stat. XI. p. 449), ebenso den Einwurf, dass die Magnesia nicht dazu dienen könne, Ammoniakbestimmungen in phosphorsäurehaltigen Gemischen vorzunehmen (vergl. meine Untersuchungen etc. p. 56).

6) Dass endlich die Industrie aus der Ernährung der Hefe durch Ammoniakverbindungen bis jetzt keinen Nutzen gezogen hat und voraussichtlich kaum je ziehen wird, kann doch wohl nicht ernstlich als ein Argument gegen die Möglichkeit dieses Processes angesehen werden; denn, frage ich, ist das physisch Mögliche stets das wirthschaftlich Richtige?

Auf vorstehende Bemerkungen glaube ich mich beschränken zu sollen und damit einer eingehenden Besprechung der Liebig'schen Folgerungen in dieser Richtung überhoben zu sein. Auf die von demselben Forscher in der gleichen Abhandlung niedergelegten Anschauungen über das Wesen der Erscheinung der alkoholischen Gährung und anderer Gährungsvorgänge werde ich am Schlusse dieser Abhandlung im Texte zurückkommen.

[1]) Meine Untersuchungen etc. p. 69.

Seite der Frage nach der Ursache dieses so regelmässigen Entstehens von Schimmelvegetationen lasse ich dabei ganz unberührt [1]), da sie nicht in das Gebiet des Chemikers und Physiologen gehört.

---

[1]) Ich hatte aus meinen früheren Untersuchungen einige Schlüsse gezogen in Betreff der genetischen Zusammengehörigkeit von Hefe und einigen anderen niedrigen Pilzformen, Mycodermen und Schimmelpilzen, weil diese Schlüsse nur die Anwendung des gesunden Menschenverstandes und keine sehr ausgedehnten morphologischen Kenntnisse voraussetzten. Das gelegentliche Auftreten von gewissen Mycodermen- und Schimmelformen nach Hefeaussaat und das gelegentliche Wegbleiben dieser selben Formen unter ganz den gleichen Ernährungsbedingungen hatte mich zu dem Schlusse der Unzusammengehörigkeit jener verschiedenen Organismen und zu der Annahme, dass das gelegentliche Auftreten Verunreinigungen der Hefeaussaat mit fremden Keimen (worüber eine Controle natürlich unmöglich ist) zugeschrieben werden müsse, geführt. Diese Anschauung besitzt auch bei den Botanikern von Fach wegen analoger Erfahrungen und wegen des Fehlens eines positiven Beweises des genetischen Zusammenhanges auf dem Objectträger vorgenommener Culturen die grösste Verbreitung. — H. Hoffmann, ein Verfechter der entgegengesetzten Anschauung, hat nun speciell gegen meine Folgerungen (Untersuchungen.etc. p. 53) den Einwand gemacht (vergl. Mykolog. Berichte 1870, p. 21), dass Schimmel und Hefe eben nur dann des Uebergangs in die andere Form fähig seien, wenn ganz specifische Ernährungsbedingungen dadurch geboten wären, dass entweder die betreffenden Zellen oder Sporen untergetaucht oder an der Oberfläche der Flüssigkeit schwebend erhalten würden. Die Stichhaltigkeit dieser Behauptung als durchaus selbstverständlich zugegeben, da bei durchweg denselben Bedingungen auch durchweg dasselbe resultiren muss, so vermag ich in derselben doch keinen ernstlichen Einwurf zu erkennen, wenn die Aussaat von Hefe wie von Schimmelsporen in genau gleicher Weise auf die Oberfläche der Flüssigkeit gemacht wurde. Ich gestehe indessen gerne zu, dass die Sache in Bezug auf Schimmelpilze, lediglich nach meinen Versuchen beurtheilt, noch einer Discussion fähig sein würde, wenn sie nicht nunmehr doch durch stichhaltigere Beweise endgültig in demselben Sinne entschieden worden wäre. Allein für Mycoderma scheinen mir noch immer meine Versuche eine nicht ganz zu beseitigende Beweiskraft zu besitzen. — Ferner würde Hoffmann natürlich Recht haben zu behaupten, dass ein Fall des Auftretens von Schimmel nach Hefeaussaat mehr beweise, als 100 Fälle des Ausbleibens dieser Bildung, wenn es überhaupt eine »Reincultur« gäbe; da wir aber in keinem einzigen Falle sicher vor zufälligen Verunreinigungen sind, und da in einem von beiden Fällen bei der gleichmässig von mir vorgenommenen Aussaat die Ernährungsbedingungen für das Entstehen der

Die Behauptung des ungünstigen Verhaltens der Hydroxylaminverbindungen gründet sich bis jetzt nur auf einen einzigen neuerdings angestellten Versuch, der aber allerdings entschieden genug ausfiel. Es war dies ein Versuch mit einem Gährungsgemisch, das ausser den gewöhnlichen Mengen von Wasser, Zucker und Aschenbestandtheilen 0,1 Grm. phosphorsaures Hydroxylamin enthielt. Es konnte nach geschehener minimaler Hefeaussaat noch nach 14 Tagen nicht die geringste Gewichtsabnahme beobachtet werden, während andere Parallelversuche mit Pepsin schon in den ersten Tagen sehr erhebliche Gewichtsabnahmen zeigten, und als nach 3 Wochen die Flüssigkeit mikroskopisch untersucht ward, konnte nicht das Mindeste einer organischen Entwickelung wahrgenommen werden, so dass das Hydroxylaminsalz sich vielleicht geradezu als Gift den Hefezellen gegenüber verhalten hat.

Es ist die Sammlung solcher Resultate für alle möglichen stickstoffhaltigen Substanzen von einem gewissen Interesse, da man so nach und nach Gruppen erhalten wird von Stoffen, die sich den einzelnen Organismen gegenüber in der einen oder

---

anderen Form die richtigen sein müssen, so ist es gerade umgekehrt, eben weil in jenem einen Falle des Ausbleibens der erwarteten Form das zufällige Gelingen der Reincultur durch den eintretenden Erfolg bewiesen wird. — Das Entscheidenste ist freilich die Constatirung des Uebergangs unter dem Mikroskope; dazu gehört aber eine solche ausgebreitete Kenntniss der Formen, dass selbst der Morphologe von Fach oft Täuschungen unterworfen gewesen ist und aus diesem Grunde die Beweisführungen nicht über allen Zweifel erhaben sind.

Für die Berichtigung eines anderen wirklichen (freilich längst erkannten) Irrthums meinerseits bezüglich der Molekularbewegung sehr kleiner Organismen bin ich Herrn H. Hoffmann dankbar, wie auch dessen Bemerkungen über die Unergiebigkeit meiner Arbeit in mykologischer Beziehung (p. 19) zweifellos gerechtfertigt sind. Es konnte nicht meine Absicht sein, auf dieses mir fremde Gebiet ernstliche Uebergriffe zu machen, und ich habe nirgends mit meinem Urtheile darüber zurückgehalten, dass zu einer fruchtbaren Bearbeitung der Gesammtheit der (von Pilzen veranlassten) Gährungserscheinungen der Morphologe dem Physiologen und Chemiker die Hand reichen muss. — Zum Glück ist dies jetzt durch M. Reess in der oben citirten eingehenden Arbeit geschehen.

der anderen Weise verhalten, und es nur so möglich ist, ein Merkmal für die chemischen Charaktere zu gewinnen, welche für das eine oder das andere Verhalten massgebend sind.

Schliesslich wurden einige Gährungsversuche mit Leucin unternommen, weil Liebig diesen Stoff in der überstehenden Flüssigkeit über »gegohrener Hefe«[1]) nachgewiesen hat[2]) und es nicht unwahrscheinlich erschien, dass derselbe als ein stickstoffhaltiges Excret des Hefepilzes aufzufassen sei. Das Leucin hat sich in diesen Versuchen bis jetzt als sehr wenig geeignet erwiesen, Entwickelung des Hefepilzes und Gährung zu unterstützen, dagegen begünstigte dasselbe sichtlich die Entwickelung anderer Pilzformen, namentlich von Mycoderma vini[3]) und von schneeweissen Mycelienfilzen, die unter keinen Umständen eine gefärbte Fructification zeigten. – Dabei nahmen die betreffenden Flüssigkeiten einen auffallenden Geruch nach altem Käse an[4]), der auch den Destillaten dieser Flüssigkeiten anhaftete. — Ich habe zugleich nachgewiesen, dass Leucinlösungen an sich (ohne Zucker) mit Aschenbestandtheilen versetzt als Bildungsstätte für diese Organismen dienen konnten, so dass das Leucin in diesem Falle nicht allein die Rolle des Stickstoffträgers, sondern überhaupt der organischen Substanz spielt.

Ich habe darauf hin mir auch Mühe gegeben, das Leucin in vergohrenen Flüssigkeiten aufzufinden und zwar solche benutzt, in denen auf Kosten derselben Menge Pepsin durch wiederholtes

---

[1]) Vergl. weiter unten.

[2]) a. a. O. p. 19.

[3]) Mycoderma vini gedeiht nach Versuchen, die ich in dieser Richtung angestellt habe, auf einer sehr grossen Reihe von organischen Körpern und richtet seine Form und Ausbildung einigermassen nach dieser Ernährungsweise. Auf den leucinhaltigen Zuckerlösungen erwiesen sich die Mycoderma-Zellen eigenthümlich langgestreckt. Schon in meiner ersten Veröffentlichung habe ich mitgetheilt (Untersuchungen etc. p. 50), dass Mycoderma vini auf aschehaltigen Glycerin-Bernsteinsäurelösungen und einigen anderen fortkommt. Später habe ich gefunden, dass auch Milchsäure-, Aepfelsäure-, Weinsäure-, Citronensäure- und selbst Essigsäure-, Oxalsäure- und Ameisensäurelösungen gute Nährböden für Mycoderma vini sind, während Buttersäure- und Baldriansäurelösungen diese Pilzform nicht zu ernähren vermögen.

[4]) Wie ihn das gereinigte Leucin an sich nicht besitzt.

Abdestilliren und wiederholten Zuckerzusatz eine sehr grosse Zuckermenge vergohren hatte, in denen also am Meisten Aussicht vorhanden war, die stickstoffhaltigen Excrete angehäuft zu finden. Dieselben wurden nach dem Erhitzen von den festen Hefeelementen abfiltrirt, auf ein kleines Volum eingeengt und dann mit starkem Alkohol vermischt, alsdann wurde von dem weissen flockigen Niederschlag, der sich dabei unter allen Umständen bildet, abfiltrirt und die alkoholische Lösung wieder stark eingedampft. Ich konnte in der geringen Menge syrupartigen Rückstands keine Krystallisation, auch nach längerem Stehen nicht, bemerken [1]).

Es ist also in Betreff dieses ganzen Gegenstandes nur soviel festgestellt, dass das Leucin ein schlechtes stickstoffhaltiges Nahrungsmittel des Hefepilzes ist und für sich allein sowohl, wie als Zusatz zu zuckerhaltigen Flüssigkeiten, ausserordentlich das Auftreten von anderen Organismen begünstigt.

Ausser der Frage: welche Körper sind im Stande, den Hefepilz mit dem ihm zu seiner Entwickelung unentbehrlichen Stickstoff zu versorgen? mit deren Beantwortung wir uns bisher beschäftigt haben, habe ich mir schon in meiner ersten Veröffentlichung über diesen Gegenstand die weitere Frage gestellt: Was geschieht mit der vom Hefepilz assimilirten stickstoffhaltigen Substanz, hilft dieselbe lediglich mit zum Aufbau der neu sich bildenden Zellen? oder giebt auch der Hefepilz nach Analogie der thierischen Organismen den Stickstoff wieder in einer Form aus, in welcher er der weiteren Assimilation durch denselben Organismus unfähig ist; findet, mit anderen Worten, neben dem Stickstoffansatz ein Stickstoffumsatz statt?

---

1) Das Leucin ist schwer löslich in Alkohol, allein die befolgte Darstellungsmethode ist die von Liebig bei der Verarbeitung der Flüssigkeit gegohrener Hefe mit Erfolg angewendete. — Vielleicht ist das Leucin auch hier nur ein eigentliches Fäulnissproduct, das erst in den späteren Stadien der Selbstvergährung der Hefe, wo bereits Fäulniss neben der eigentlichen Gährungserscheinung sich einstellt, auftritt.

Ich habe in meiner ersten Veröffentlichung beschrieben, wie ich zu dieser Fragestellung gekommen bin[1]; sie wurde veranlasst durch die Beobachtung des sogenannten »Trägewerdens« der Hefe bei deren Vermischung mit einer verhältnissmässig grossen Menge reinen Zuckerwassers. Während dieses »Trägewerdens« der Hefe, ihrer mehr und mehr sich steigernden Unfähigkeit, mit neuen Mengen Zucker zusammengebracht, kräftige Gährung zu veranlassen, beobachtet man eine Gewichtsabnahme derselben (wenigstens von einem gewissen Zeitpunkt an), ausserdem einen stetigen Verlust an Stickstoff des restirenden Heferückstandes. Diese letztere Beobachtung, welche in unklarer Weise schon Thénard[2] gemacht hatte, und welche schon diesen Forscher veranlasste, nach Verbleib des Stickstoffs der Hefe während der Gährung zu fragen, ist es vorzüglich, die nach der Erkenntniss der Organisation der Hefe zu der Vermuthung berechtigt, dass mit dem physiologischen Process des Zerfalls des Zuckers in die bekannten Gährungsproducte auch nothwendig eine chemische Veränderung der von den Hefezellen aufgenommenen stickstoffhaltigen Stoffe der Art verbunden sein möchte, dass die einmal ausgegebene stickstoffhaltige Substanz auch fortan unfähig sei, von der Hefezelle wieder assimilirt zu werden. Diese Vermuthung der Verwandlung eines Theils der stickstoffhaltigen Bestandtheile des Hefepilzes während der Gährung in einen solchen stickstoffhaltigen Körper, auf dessen Kosten dieser Organismus nicht mehr von Neuem sein Stickstoffbedürfniss zu befriedigen vermag, erscheint in der That als die natürlichste Erklärung der namhaft gemachten Erscheinung. Allein es handelt sich um den Beweis der vermutheten Thatsache.

In meiner früheren Veröffentlichung habe ich einige Versuche mitgetheilt, deren Resultate jener Vermuthung einen hohen Grad von Wahrscheinlichkeit gegeben haben. Ich habe gezeigt[3], dass der in Alkohol unlösliche Theil des wässerigen Auszugs frischer leistungsfähiger Hefe in ungleich höherem Grade den Hefepilz

---

[1]) Vergl. Untersuchungen u. s. w. p. 74.

[2]) Annal. d. Chim. T. 46 p. 294.

[3]) Untersuchungen u. s. w. p. 76.

in Bezug auf Stickstoff zu ernähren vermag, als die auf gleiche Weise aus Gährungsflüssigkeiten gewonnene Alkoholfällung, in welchen viel Zucker nach einander mit einer und derselben Hefemenge unter Trägewerden dieser letzteren vergohren war, obgleich die auf die letztere Weise dargestellte Substanz noch etwas stickstoffreicher war, als die aus der frischen Hefe gewonnene. Indessen war das aus diesem Versuche abgeleitete Resultat noch der Bestätigung bedürftig.

Die aufgeworfene Frage hat mich seither in neuen Versuchen vielfach beschäftigt, und ich bin nunmehr im Stande, einiges Weitere zu deren Beantwortung beizutragen, ja, wie ich glaube, sie definitiv zu beantworten.

Es wurden unter Anderem drei Gährungsversuche angestellt mit Gemischen, welche genau dieselbe Menge Wasser, Zucker und Aschenbestandtheile enthielten und sich nur dadurch von einander unterschieden, dass das stickstoffhaltige Nahrungsmittel Pepsin in stufenweise verschiedenen Mengen zugegeben war. Die drei Gährungsapparate enthielten 20 CC. 18procentige Zuckerlösung, 0,1 Grm. saures phosphorsaures Kali, 0,05 Grm. krystallisirte schwefelsaure Magnesia und 0,05, resp. 0,1, resp. 0,15 Grm. Pepsin (nach der Wassmann'schen Methode dargestellt). Eine Hefeaussaat wurde in minimalen Mengen den 7. April vorgenommen. Die Gewichtsverluste in Folge der entweichenden Kohlensäure waren in Milligrammen:

		I.	II.	III.
		0,15 Grm.	0,10 Grm.	0,05 Grm. Pepsin.
April	19	9	28	1
»	23	74	273	0
»	26	298	366	29
»	27	120	105	67
»	29	195	154	173
Mai	9	386	259	562
»	13	119	79	223
»	19	123	78	245
»	20	36	19	69
»	21	16	9	27
Summa		1,376 Grm.	1,370 Grm.	1,396 Grm.
Maximum pro Tag		120 Mgrm.	122 Mgrm.	87 Mgrm.

Am 21. Mai war die Vergährung in allen drei Apparaten ungefähr vollendet. Die klare Gährungsflüssigkeit wurde vorsichtig von der gebildeten Hefe abgegossen und der Destillation unterworfen. Es wurde gefunden:

in No. I	1,38	Grm. Alkohol
in No. II	1,43	» »
in No. III	1,48	» »

Die gefundenen Alkoholmengen sind folglich in recht guter Uebereinstimmung mit den ermittelten Kohlensäureverlusten, und dadurch documentirt sich die Gährung in allen drei Fällen als eine rein alkoholische. In No. III hatte sich eine etwas grössere Menge Kohlensäure gebildet, als in den beiden anderen Apparaten, und dem entsprechend ist auch in dieser Nummer die grösste Menge Alkohol aufgefunden worden. In Uebereinstimmung mit der Behauptung des durch keinen andern Organismus gestörten Verlaufs der alkoholischen Gährung erwies sich auch das Destillat in allen drei Fällen als von beinahe unmerklich saurer Reaction, wie nach allen reinen Alkoholgährungen.

Vergleicht man nun Verlauf und Endresultat der drei Gährungen in Bezug auf die uns gestellte Frage mit einander, so muss mit voller Entschiedenheit ausgesprochen werden, dass sich alle drei Flüssigkeiten mit ihrem graduell verschiedenen Gehalt an Pepsin als gleich gährungsfähig erwiesen haben. Die endgültig gelieferten Mengen von Alkohol und Kohlensäure sind so annähernd einander gleich, wie es für einen physiologischen Versuch, bei dem individuelle Verschiedenheiten niemals auszuschliessen sind, nur immer erwartet werden darf, und die Ungleichheiten im Verlauf der einzelnen Gährungen erstrecken sich nur auf das einige Tage frühere oder spätere Eintreten des Maximums der Gährungsintensitäten und haben für uns Nichts zu bedeuten. Man muss sich dabei ins Gedächtniss zurückrufen, dass bei einer sehr geringen Aussaat von Hefe die Wahrscheinlichkeit einer etwas ungleichartigen Beschaffenheit der in jedem einzelnen Falle ausgesäeten Zellen verhältnissmässig gross ist, und von dieser Beschaffenheit ist natürlich unter Anderem die frühere oder spätere Entwickelung einer kräftigen

Hefevegetation abhängig. Man kann diese Ungleichartigkeiten durch eine grössere Aussaat vermeiden, allein es ist natürlich aus anderen naheliegenden Gründen nothwendig, die Aussaat auf die möglichst kleine Menge einzuschränken, und die blosse Verschiebung des Intensitätsmaximums (entsprechend der der Zeitaxe parallelen Verschiebung der ganzen Gährungscurve) kann natürlich keinen Irrthum bei der Beurtheilung des Verlaufs der Gährung veranlassen.

Die Anwesenheit der drei so verschiedenen Mengen von Pepsin in den einzelnen Fällen hatte also keinen entschiedenen Erfolg auf den Verlauf der Gährung, und es muss geschlossen werden, dass die geringste Menge des zugesetzten Pepsins noch völlig genügend war für die sich bei der Gährung entwickelnde Hefe, wenn nicht etwa immer wieder dieselbe Menge Stickstoff von Neuem dienen konnte zur Ernährung von neuer Hefe und zur Unterhaltung der alkoholischen Gährung. — Bis dahin waren also die Versuche nicht zu verwerthen für die Beantwortung der Frage, zu deren Erledigung die Versuche unternommen worden waren.

Allein nun wurde zur weiteren Verfolgung dieser Frage in der jetzt zu beschreibenden Weise verfahren. Die Gährungsflüssigkeiten, von denen der Alkohol abdestillirt war, wurden durch weiteres Eindampfen auf ein sehr kleines Volum eingeengt, wieder zu der Hefe in den Gährungsapparaten, von der sie vor der Alkoholbestimmung abgegossen worden waren, hinzugethan und von Neuem 20 CC. 15procentige Zuckerlösung zugegeben. Es lag von vornherein im Versuchsplane, so oft nach einer jeden Vergährung wieder von Neuem in dieser Weise zu verfahren, bis eine Verschiedenheit in dem Verlauf der Gährung in den einzelnen Apparaten sich herausgestellt haben würde, woraus dann Schlüsse hinsichtlich der gestellten Frage gezogen werden konnten, oder bis schliesslich in allen Apparaten nach erneutem Zuckerzusatz in Folge von Anhäufung nicht abdestillirbarer Gährungsproducte, welche, wie man weiss, die Gährung zu beeinträchtigen vermögen, keine Gährung von erheblicher Intensität zu bemerken sein würde.

Die nach dem erneuten Zuckerzusatz gemessenen Kohlensäureverluste waren folgende:

	I. Mgrm.	II. Mgrm.	III. Mgrm.
Mai 27	226	196	142
» 29	209	198	139
» 31	207	220	153
Juni 2	125	145	120
» 4	75	95	90
» 7	85	106	138
» 10	53	65	66
» 11	11	12	16
Summa	0,991 Grm.	1,037 Grm.	0,864 Grm.
Maximum pro Tag	113 Mgrm.	110 Mgrm.	71 Mgrm.

In Betreff der so ermittelten Zahlen sind sogleich einige Bemerkungen vorauszuschicken. Am 21. Mai war der neue Zuckerzusatz erfolgt; erst am 25. war die erste Wägung vorgenommen worden, als sich bereits die Mischungen in voller Gährung befanden. Als am 27. die erste Gewichtsdifferenz ermittelt werden konnte, war bereits eine unbestimmte Menge von Kohlensäure entwichen, und wir finden die Gährung auf ihrer vollen Höhe. Die Summen der Kohlensäureverluste haben daher keine weitere Bedeutung, und es ist nur von Interesse, die Gewichtsdifferenzen der Apparate für die einzelnen Tage mit einander zu vergleichen.

Die am 11. Juni, wo die Versuche unterbrochen wurden, ermittelten Alkoholmengen waren folgende:

in No. I	1,45	Grm.	Alkohol
in No. II	1,33	»	»
in No. III	1,37	»	»

Diese Mengen neugebildeten Alkohols geben einen genaueren Aufschluss über das Gesammtresultat der Gährung, als es die nicht ganz vollständigen Kohlensäureverluste thun können. Man ersieht aus denselben, dass der verschiedene Gehalt von Pepsin in den einzelnen Gährungsgemischen auch auf den Verlauf der Vergährung einer neuen Menge von drei Grammen Zucker keinen erheblichen Einfluss gehabt hat.

Die Ermittelung der Kohlensäureverluste erlaubt uns indessen, einige nebensächliche Bemerkungen anzustellen. Einmal ist leicht ersichtlich, dass die Gährungen in diesem Falle sehr rasch ihre Maximalintensitäten erreichten, da nun die Hefeentwickelung nicht aus einigen vereinzelten Zellen, wie nach der sogenannten Minimalaussaat vor sich zu gehen brauchte, sondern durch eine weit grössere Menge durch die vorhergehende Gährung schon fertig gebildeter Hefe eingeleitet werden konnte. Aus dem gleichen Grunde beobachten wir dann auch einen im Vergleich mit der ersten Gährung sehr auffälligen Parallelismus der Gährungsintensitäten in den drei verschiedenen Flüssigkeiten. Die Zufälligkeiten in der Entwickelung der Hefe, welche nach einer minimalen Aussaat unvermeidlich erscheinen, verschwinden, da die Wahrscheinlichkeit eines gleichartigen Saatguts mit der Grösse der Aussaat wächst. Im vorliegenden Falle war die Gleichartigkeit der anfänglich vorhandenen Hefe durch die bis dahin gleichartige Ernährung der ursprünglich gemachten ungleichartigen Aussaat erreicht worden, wodurch die damals vorhandenen Unterschiede weggewischt worden waren.

Auch diese zweite Gährung war in allen drei Versuchsflüssigkeiten eine rein alkoholische. Die neugebildete Hefe erwies sich unter dem Mikroskope von ausserordentlicher Reinheit, die gebildeten Alkoholmengen waren dem zugesetzten Zucker durchaus entsprechend, das gewonnene alkoholische Destillat nur ganz schwach sauer von Reaction und Geschmack.

Dem vorhin erläuterten Versuchsplane gemäss wurde nun wieder in gleicher Weise wie das letzte Mal verfahren, die eingedickten Destillationsrückstände mit der Hefe vereinigt, von Neuem 20 CC. Zuckerlösung zugegeben. Bei der nun erfolgenden Gährung wurden die Kohlensäureverluste nicht im Einzelnen beobachtet, sondern die Apparate erst nach einem Monat wieder gewogen.

Die Gewichtsverluste waren:

	I.	II.	III.
Juli 10	1547 Mgrm.	1568 Mgrm.	1047 Mgrm.
» 11	1 »	4 »	22 »
Summa	1,548 Grm.	1,572 Grm.	1,069 Grm.

Durch Destillation der klar abgegossenen Flüssigkeiten wurden folgende Alkoholmengen ermittelt:

in No. I 1,60 Grm. Alkohol
in No. II 1,59 » »
in No. III 1,16 » »

Die gefundenen Alkoholmengen wie die Gesammt-Kohlensäureverluste erscheinen bei No. I und II für 3 Grm. vergohrenen Zuckers etwas hoch, einfach weil die vorhergehende Gährung nicht so vollständig bis zu Ende gehen gelassen worden war und noch geringe Mengen unvergohrenen Zuckers in dem damals sich ergebenden Destillationsrückstand übrig sein mussten, die bei dieser vollständiger bis zu Ende geführten Gährung mit verarbeitet werden konnten; doch stehen die Alkoholmengen in allen drei Versuchen zu den ermittelten Kohlensäureverlusten durchaus im richtigen Verhältnisse, und dies beweist, sowie die kaum saure Reaction der Destillate und das Resultat der mikroskopischen Prüfung der abgesetzten Hefe, das Stattfinden einer reinen alkoholischen Gährung.

Zum ersten Male treten nun in diesen Versuchen deutlich zu constatirende Unterschiede zwischen den einzelnen Gährungsflüssigkeiten hervor. No. III mit der geringsten Menge ursprünglich zugesetzten Pepsins gab trotz der (für die Aussaat einer grossen Hefemenge) sehr langen Gährungsdauer nur etwas mehr als $^2/_3$ derjenigen Menge von Alkohol und Kohlensäure, welche einer vollständigen Vergährung entsprochen haben würde, und das Gleiche wird durch die noch immer in erheblichem Grade vorhandene Gährungsintensität am letzten Versuchstage (22 Milligramm Kohlensäure) bewiesen, während die beiden anderen Flüssigkeiten vollkommen[1]) zur Ruhe gekommen waren. Die Versuchsflüssigkeit No. III war also augenscheinlich nicht mehr so beschaffen, dass die neue Hefevegetation sich so üppig darin entfalten konnte, wie in den Versuchsflüssigkeiten No. I und II. — Und was konnte die Ursache dieses minder üppigen

---

[1]) Die sehr kleinen am letzten Tage noch beobachteten Gewichtsverluste sind auf den noch nach Aufhören der Gährung vor sich gehenden Gasaustausch noch gelöster Kohlensäure mit Luft zu setzen.

Gedeihens sein? — Doch nur die zu kleine Menge des ursprünglich hinzu gesetzten Pepsins. Weder dem Fehlen von Aschenbestandtheilen, noch der Anhäufung nicht abdestillirbarer Gährungsproducte, welche nach und nach eine schädliche Wirkung auf den Verlauf der Gährung auszuüben pflegen, konnte daran eine Schuld beigemessen werden, denn diese Umstände mussten in den drei Gährungsflüssigkeiten einander gleich sein. Allein jene kleinere Menge Pepsin hatte genügt, um die ersten drei Grm. Zucker und ebenso die nach Vergährung dieser zugesetzten weiteren drei Grm. mit derselben Raschheit verschwinden zu lassen, wie in den pepsinreicheren Flüssigkeiten.

Man wird also durch die letzte Versuchsreihe zu dem schon früher auf einem ähnlichen Wege erlangten Schlusse geführt, dass das stickstoffhaltige Nahrungsmittel des Hefepilzes, im vorliegenden Falle das Pepsin, während der Gährung in einem gewissen Verhältniss zum vergährenden Zucker in eine Form übergeführt wird, in der es nicht mehr (oder nur sehr unvollkommen) die Hefe zu ernähren vermag. Diese Form kann aber, soweit diese Versuche an sich ein Urtheil erlauben, entweder in den stickstoffhaltigen Substanzen der abgestorbenen Hefezellen, von welchen (ersteren) wir nicht wissen, ob oder in wie weit sie wieder durch eine neue Hefevegetation assimilirt werden können, oder in wahren von den Hefezellen ausgeschiedenen stickstoffhaltigen Excrementen bestehen. Darüber werden wir erst später durch Zusammenhalten dieser Untersuchungen mit anderen Klarheit zu erlangen suchen, wie auch schon früher angestellte Experimente von mir den letzteren Fall wahrscheinlich gemacht haben.

War der Schluss, den wir eben aus den vor uns liegenden Versuchsreihen abgeleitet haben, ein richtiger, so musste das beobachtete Verhalten der einzelnen Gährungsgemische sich bei weiterem Fortsetzen jener Versuche in immer schärferer Weise herausstellen. Es wurden deshalb wie früher die eingedickten Destillationsrückstände mit der zu ihnen gehörigen Hefe vereinigt, wieder 20 CC. 15procentige Zuckerlösung zugegeben und diese Flüssigkeiten in den Apparaten einer weiteren Gäh-

rung überlassen. Am 11. Juli war dies geschehen, und nun wurden folgende Kohlensäureverluste durch periodisches Wägen der Apparate constatirt:

	II. Mgrm.	III[1]. Mgrm.
Juli 14	79	38
» 16	155	64
» 18	244	76
» 20	196	59
» 23	281	94
» 25	154	56
» 27	134	56
» 29	104	47
» 31	77	41
Aug. 2	67	39
Summa	1,491 Grm.	0,570 Grm.
Maximum pro Tag	122 Mgrm.	38 Mgrm.

Die Zahlen für No. I mit der grössten Menge ursprünglich zugesetzten Pepsins sind hier nicht mitgetheilt, da in der betreffenden Gährflüssigkeit die Entwickelung von anderen Organismen (Milchsäurehefe?) Platz gegriffen hatte und in Folge

[1]) Man darf sich bei derartigen Versuchen nicht dadurch irre machen lassen, wenn in der Flüssigkeit, in der die geringste Gährungsintensität erwartet wird, Anfangs gerade eine stärkere Gährung Platz greift, obgleich dies gerade in den hier mitgetheilten Versuchen nicht der Fall gewesen ist. Wartet man nämlich in zwei Flüssigkeiten, die sich aus irgend einer Ursache durch ihre verschiedene Vergährungsfähigkeit von einander unterscheiden, mit dem neuen Zuckerzusatz, bis in beiden Flüssigkeiten die Vergährung ihr Ende erreicht hat, so ist in der günstiger zusammengesetzten Flüssigkeit wegen des rascheren Verlaufs der Gährung die Hefe längst zur Ruhe gekommen, und diese Hefe bedarf augenscheinlich längerer Zeit, vielleicht weil sie in diesem Ernährungszustand den von Reess beobachteten Generationswechsel (vergl. Botan. Zeitung 1869, p. 105 und Botan. Unters. 1870) vollzieht oder weil sie aus der ruhenden Form nicht so schnell in die sprossende überzugehen vermag, um wieder üppige Sprossungen, an welche die Zuckerzersetzung geknüpft ist, vollziehen zu können. Diese Anfangs befremdende Erscheinung verkehrt sich aber auch unter den bezeichneten Umständen natürlich sehr bald in ihr gerades Gegentheil.

dessen zu Beginn des Versuchs eine bedeutende Trübung eintrat und nur ganz unbedeutende Gewichtsverluste beobachtet werden konnten. Sobald der Eintritt einer Störung mit Sicherheit constatirt war, wurde die ganze Flüssigkeit sammt der in ihr enthaltenen Hefe zum Sieden erhitzt und der abgekühlten Flüssigkeit eine minimale Aussaat der Hefe aus No. II zugegeben.

Dies geschah am 16. Juli. Darauf trat auch in No. I nach kurzer Zeit normale und selbst stürmische Alkoholgährung ein, deren Intensität durch periodisches Wägen des Apparats controlirt wurde. Auf diese Weise konnte also leicht festgestellt werden, dass die Flüssigkeit in No. I nicht etwa aus Unfähigkeit, die alkoholische Hefe zu ernähren, jene Unregelmässigkeiten gezeigt hatte, sondern noch in unverändertem Grade jene Befähigung besass; allein es war nicht mehr zulässig, die nun ermittelten Resultate als gleichberechtigt mit den anderen rangiren zu lassen, und von denselben wurde um so eher keine Notiz genommen, als die anderen der noch zu besprechenden Versuchsreihen vollständig zur Beantwortung der uns beschäftigenden Frage genügen.

Am 2. August wurde die Gährung in II und III unterbrochen und Alkoholbestimmungen gemacht.

Es wurde gefunden:

in No. II 1,52 Grm. Alkohol
in No. III 0,62 » »

also Mengen, die mit den constatirten Kohlensäureverlusten in vollkommenem Einklang sich befinden. Die Destillate waren wiederum von kaum saurer Beschaffenheit, und ebenso wurde die Reinheit der Alkoholgährung durch die mikroskopische Prüfung der in den Apparaten sich findenden Hefe constatirt.

Der Verlauf der Gährung in No. II und III bestätigt durchaus die aus der vorhergehenden Versuchsreihe gezogenen Schlussfolgerungen. Das vorige Mal war die Gährung in der Flüssigkeit No. III noch durchschnittlich etwa mit einer Intensität von $^2/_3$ zu der von der Flüssigkeit No. II verlaufen, in dieser Reihe war dies Verhältniss kaum mehr als $^1/_3$ [1].

[1] Es ist hierbei zu bemerken, dass wenigstens in dieser Reihe der zu grossen Anhäufung des Zuckers in der Gährflüssigkeit von No. III noch

Aber noch wurde der ganze Versuch nicht als abgeschlossen betrachtet, sondern noch einmal das alte Verfahren wiederholt. Am 3. August wurden noch einmal von Neuem die eingedampften Destillationsrückstände der beiden Versuchsflüssigkeiten mit der dazu gehörigen Hefe und neuen 20 CC. 15 procentiger Zuckerlösung vereinigt, auf diese Weise nochmals eine Gährung eingeleitet und die Kohlensäureverluste sowie der gebildete Alkohol gemessen und bestimmt.

Die Kohlensäureverluste betrugen in Milligrammen:

	II.	III.
Aug. 5	99	10
» 7	123	21
» 13	300	102
» 15	85	36
» 19	141	56
Summa	0,748 Grm.	0,225 Grm.
Maximum pro Tag	62 Mgrm.	18 Mgrm.

Am 19. August wurde der Versuch unterbrochen und Alkoholbestimmungen gemacht. — Es wurde gefunden:

in No. II 0,74 Grm. Alkohol
in No. III 0,25 » »

Mengen, die sich immerhin in genügender Uebereinstimmung mit den ermittelten Kohlensäureverlusten befinden. Die Destillate waren wiederum frei von irgend erheblichen Säuremengen, die gebildete Hefe von ausserordentlicher Reinheit. Aber mit dem Mikroskope konnte nunmehr ein deutlicher Unterschied zwischen den in beiden Apparaten abgelagerten Hefezelle festgestellt werden. Die Zellen in No. III waren, was mir bis dahin mit Deutlichkeit noch nicht zu bemerken möglich war, kleiner als in No. II und ähnelten in Grösse und Ausbildung vielleicht den mit irgend einem weniger guten stickstoffhaltigen Nahrungsmittel, wie z. B. mit Ammoniaksalzen, erzogenen.

---

keine Schuld an der verringerten Gährungsfähigkeit derselben beigemessen werden kann, denn nach Versuchen von Wiesner (Sitzungsb. d. k. Akad. d. Wissensch. z. Wien, B. 69, Märzheft) haben Flüssigkeiten mit 20—25 Proc. Zucker, neben denen mit 2—4 Proc. die beste Vergährungsfähigkeit.

Ueberblickt man die Grösse der Kohlensäureverluste, so kann für No. III Einem nicht entgehen, dass die Gährungsintensitäten hinter denen der vorigen Versuchsreihe zurückgeblieben waren, woran allerdings der niedrigeren Temperatur, die für diese neue Periode eintrat, einige Schuld beigemessen werden muss. Die höchsten täglichen Kohlensäureverluste waren in der vorletzten Versuchsreihe doch noch 38 Mgrm., in dieser letzten nur noch 18 Mgrm. Allerdings ist auch für No. II ein ähnlicher Rückgang bemerklich, woraus geschlossen werden kann, da nicht der ganze Unterschied auf Kosten der Temperaturabnahme gesetzt werden kann, dass auch in dieser Versuchsflüssigkeit wegen der sich anhäufenden Gährungsproducte, wie Bernsteinsäure, Glycerin und die noch unbekannten Consorten, eine Vergährung mit der Zeit etwas schwieriger wird.

Jedenfalls genügen aber die ermittelten Zahlen, um den schon auf Grund der letzten Versuchsreihen gemachten Schluss zu rechtfertigen, dass durch den Vorgang, welchen wir alkoholische Gährung nennen, ein Theil des stickstoffhaltigen Nahrungsmittels der Hefe, in diesem Falle des Pepsins, und zwar eine im Verhältniss zum vergohrenen Zucker sehr geringe Menge desselben (nach diesen Versuchen zu urtheilen, etwa $1/2$ Proc. des Zuckers) in eine Form übergeführt wird, in welcher der Stickstoff nicht mehr oder nur in geringem Grade befähigt ist, den Hefepilz weiter zu ernähren. Die Aschenbestandtheile waren in den verschiedenen Flüssigkeiten in genau den gleichen Mengen vorhanden, und somit ist strenge bewiesen, dass die Erscheinung der Trägheit auch unter Umständen eintrifft, wo an diesen nicht der geringste Mangel herrscht, dass wenigstens die uns gerade vorliegende Erscheinung der Trägheit allein durch den Mangel an stickstoffhaltigen Nahrungsmitteln des Hefepilzes hervorgebracht wird, ohne darüber ein Urtheil abgeben zu wollen, ob durch Fixirung der Aschenbestandtheile in den abgestorbenen Hefetheilen oder durch deren Uebergang in sonst eine ungeeignete Form nicht auch für diese eine ähnliche Erscheinung eintreten könnte. — Aber, wie gesagt, sind diese Versuche nicht im Stande, einen Aufschluss darüber zu geben, ob jene Unfähigkeit einer und derselben Menge Stickstoff, eine

beliebige Anzahl von Malen die alkoholische Gährung zu unterhalten, darauf beruht, dass die alten Hefezellen ihren Stickstoffgehalt in so fester Verbindung enthalten, dass die junge Vegetation nicht oder nur sehr unvollkommen davon zehren kann, oder ob ein wahrer Stickstoffumsatz analog dem der höheren Thiere besteht, ob mit anderen Worten der Vorgang der Hefesprossung und des Zerfalls des grössten Theils des von der Hefe aufgenommenen Zuckers in die bekannten Gährungsproducte unabänderlich an eine ähnliche Umwandlung der stickstoffhaltigen Nahrungsstoffe des Hefepilzes gebunden ist.

Hält man aber diesen Versuch hier mit dem schon ursprünglich von Thénard[1]) angestellten zusammen, der in exacterer Weise, mit den Mitteln der neueren Chemie und mit unzweideutigerem Erfolg von Pasteur[2]) wiederholt worden ist, so erscheint es möglich, auch über den Punkt, den meine eben mitgetheilten Versuche an sich noch zweifelhaft lassen würden, Aufschluss zu geben. Der Pasteur'sche Versuch bestand darin, dass man eine gewisse Menge von Bierhefe dazu verwendete, eine reine Zuckerlösung zur Vergährung zu bringen, und dann nicht bloss die restirende Hefemenge wog, sondern auch ihren Stickstoffgehalt bestimmte. — Das letztere konnte im Jahre 1803, wo Thénard seine Versuche anstellte, noch nicht in genügender Weise geschehen, und so mussten sich seine Resultate darauf beschränken, den richtigen Sachverhalt anzudeuten. — Die Hefemenge nimmt bei dem fraglichen Versuche, je nach dem Verhältniss des zugesetzten Zuckers zur Hefe, ab oder zu. Pasteur hat gezeigt, dass, wenn die Menge der zugesetzten Hefe mehr als 15 Proc. (im feuchten Zustand) des Zuckers beträgt, eine Abnahme der Hefemenge, wenn sie 10 Proc. dieses oder darunter beträgt, eine Zunahme derselben

---

[1]) Annal. de Chimie T. 46, p. 316. Uebrigens hat Thénard, soweit ich sehen kann, keinen Versuch angestellt, bei dem dieselbe Hefemenge mehrmals auf neue Zuckerlösungen übertragen worden wäre, obgleich dies von verschiedenen Seiten behauptet worden ist. Allerdings hat sich Thénard an der citirten Stelle nicht ganz deutlich ausgedrückt.

[2]) Annal. de Chimie et de Phys. (3) T. 58, p. 407.

eintritt[1]). Mag nun aber eine Abnahme oder eine Zunahme dieser Hefe eintreten, immer wird dieselbe nach der Gährung im reinen Zuckerwasser stickstoffärmer gefunden, als vorher, und um so stickstoffärmer, je mehr Zucker durch die Hefe zerlegt worden ist, je träger diese geworden ist. Diese Stickstoffarmuth der ermatteten Hefe kann also nicht durch die Verdünnung dieses Elements in Folge von Zuwachs der Hefe an stickstofffreier organischer Substanz erklärt werden, denn sie tritt in allen Fällen ein, und auch wenn die Hefe cellulosereicher geworden ist, so erklärt sich die Stickstoffverminderung derselben nicht durch diese Zusammensetzungsänderung, sie ist mit anderen Worten auch in diesem Falle nicht bloss eine relative, sondern eine absolute. Pasteur theilt z. B. a. a. O. einen Versuch mit, wo er auf 100 Grm. Zucker nur 1,198 Grm. trockener Hefe (etwa entsprechend 9 Grm. feuchter Hefe) mit 9,77 Proc. also mit 0,117 Grm. Stickstoff verwendete; nach der

[1]) Vergl. a. a. O. p. 402. Der Grund dieses anscheinend merkwürdigen Verhaltens ist nicht schwer einzusehen. Der Zuwachs an organisirten Hefezellen ist annähernd proportional dem zersetzten Zucker (vergl. ebenda Tabelle p. 401), also bezogen auf die Menge der Anfangs vorhandenen Hefe um so grösser, mit einer je geringeren Aussaat man den Zucker zum Vergähren brachte. Der Verlust der Hefe an in Alkohol und Aether unlöslicher stickstoffhaltiger Extractsubstanz eher im Verhältniss zur verwendeten Hefemenge. Die Differenz beider ist aber der scheinbare Verlust oder Gewinn, den ich durch Abfiltriren der restirenden Hefe constatire, und diese Differenz muss positiv und um so grösser werden, je grösser das Verhältniss des Zuckers zur Hefe ist. Addirt man jene stickstoffhaltige Extractsubstanz der Hefe zu, so tritt bei allen Gährungen, vorausgesetzt, dass sie nicht auf Kosten der eigenen Substanz der Hefe vor sich gehen, Vermehrung derselben um 0,8—1,3 Proc. des vergohrenen Zuckers ein (vergl. ebenda p. 401), und dies ist vermuthlich ungefähr die Menge von Cellulose, deren Bildung aus dem Zucker die Zerlegung von 100 Zucker (nach der Gleichung der alkoholischen Gährung) erfordert. Dies an sich einfache Verhältniss wird nur unklar, wenn man die Vermehrung der Hefe auf deren zugesetzte Menge bezieht. Die Vermehrung der Hefe, bezogen auf eine gewisse Menge vergohrenen Zuckers, ist also nicht von der sonstigen Ernährung jener abhängig, sondern allein von dieser Zuckermenge; von der sonstigen Ernährung der Hefe ist nur die Zuckermenge abhängig, die sie zu zersetzen vermag. — Hiervon später.

Vergährung wurden 1,745 Grm. trockener Hefe mit nur 5,5 Proc. Stickstoff vorgefunden, so dass nicht bloss eine procentische Verminderung, sondern eine absolute Verminderung dieses Elementes in der Hefe eingetreten war, denn aus jenem Procentsatz berechnen sich 0,096 Grm. Stickstoff. Der Rest Stickstoff war in der That in die Flüssigkeit übergegangen, denn es konnten davon 23 Mgrm. in dem in Alkohol und Aether unlösslichen Extract, 2 Mgrm. im Aetherextract nachgewiesen werden, was also bis auf 4 Mgrm. genau der ursprünglichen Stickstoffmenge entspricht[1].

Ausser dieser Pasteur'schen liegen aber eine ganze Reihe von Analysen der erschöpften Hefe vor, die den von Thénard schon andeutungsweise behaupteten Sachverhalt über allen Zweifel erheben. Mitscherlich fand Hefe, nachdem sie eine gewisse Menge Zucker zerlegt hatte, von 10 Proc. Stickstoff auf 5 Proc. heruntergegangen, Schlossberger nach dem Stehen mit Bier von 11,97 Proc. auf 9,14 Proc. vermindert und Mulder macht ähnliche Angaben[2].

Das Resultat dieser Untersuchungen zusammengehalten mit den angeführten meinigen lässt nur eine Deutung zu. Aus den letzteren durfte gefolgert werden, dass eine und dieselbe Stickstoffmenge nicht dazu dienen kann, bei völlig normaler Ernährung der Hefe in Bezug auf jeden andern Elementarbestandtheil immer wieder von Neuem zur Entwickelung dieser zu dienen und so die Zerlegung einer unbegrenzten Zuckermenge zu veranlassen; sie gaben aber keinen Aufschluss darüber, ob dies sich nur deshalb so verhielt, weil der einmal in der Hefe fixirte Stickstoff nicht völlig den Neubildungen zugänglich sei, oder

---

[1]) Eine kleine Menge Stickstoff ist immer im Zucker vorhanden, wenn auch nicht gerade unter allen Umständen 1/2 Proc., sondern in dem reinsten Candiszucker, wie ich ihn verwendete, 0,06 Proc., woraus sich also die Möglichkeit eines noch weiteren Ueberschusses erklären würde.

[2]) Vergl. Knapp: Chem. Technologie 1848, B. II, p. 277. — Die gleiche Stickstoffverminderung tritt trotz der absoluten Verminderung der Hefe unter diesen Umständen bei deren Selbstgährung ein; vergl. Liebig: Ueber Gährung etc. p. 20.

weil ausserdem auch ein wirkliches nicht mehr assimilirbares stickstoffhaltiges Excrement der Hefe existire. — Wenn wir aber nun aus jenen anderen Versuchen erfahren, dass der Endzustand, in welchem die ermattete und erschöpfte Hefe aufhört ein Gährungserreger zu sein, nicht darin besteht, dass aller Stickstoff in den organisirten Elementen der Hefe fixirt ist, sondern dass in diesem Zustand die Hefe absolut an Stickstoff verarmt ist, so kann man mit aller denkbaren Sicherheit die gestellte Frage dahin beantworten, dass jedenfalls (neben der anderen) jene zweite Möglichkeit thatsächlich stattfindet, dass der Hefepilz nothwendig während seiner gährungserregenden Thätigkeit ein stickstoffhaltiges Excrement ausscheidet[1], das ihr nicht oder nur in sehr unvollkommenem Masse wieder als Nahrung dienen kann.

Die Combination zweier verschiedener Versuchsanstellungen, von denen jede allein nicht strenge zu dem gemachten Schlusse gerechtfertigt haben würde, führt uns also zu dem Resultate, welches ich schon durch frühere ganz andere Versuche als ein sehr wahrscheinliches hingestellt habe.

Genau die gleiche Methode würde auch für die freilich von vornherein ganz anders zu beurtheilende Frage nach einem Stoffwechsel einzelner Aschenbestandtheile gewählt werden können. Es würden vergleichende fortgesetzte Gährungsversuche

[1] Hiermit steht nicht in Widerspruch, dass die rohe Hefe an Wasser stickstoffhaltige Materien abgiebt, welche von Neuem dem Hefepilze als Nahrung dienen können. Die rohe Hefe enthält noch zwischen ihren organisirten Elementen die Bestandtheile der Bierwürze, und ebenso sind ihre Zellen nach den osmotischen Gesetzen mit diesen gesättigt und müssen bei Wasserzusatz nothwendig von ihnen abgegeben werden. Hierauf lassen sich im Wesentlichen einige neuerdings mitgetheilte Versuche, aus denen etwas unseren Folgerungen Entgegengesetztes zu resultiren scheint, zurückführen. Die Versuche selbst sind durchaus in Uebereinstimmung mit denselben. Der Begriff eines Excrementes ist auch nicht in erster Linie der einer Ausscheidung, sondern der eines zur neuen Assimilation unfähigen Erzeugnisses, das in Folge dessen ausgeschieden wird. Gelegentliche Ausscheidung der Nahrung kommt bei allen Organismen nach Veränderung der äusseren Bedingungen vor. Ich erinnere an manche Ausscheidungen aus den Wurzeln unserer Landpflanzen beim Versetzen in destillirtes Wasser.

mit der gleichen Menge Zucker, stickstoffhaltiger Materie und aller übrigen Aschenbestandtheile, aber successive ansteigenden Mengen des betreffenden Aschenbestandtheils anzustellen sein und im Falle eines zu constatirenden Unterschiedes würde festzustellen sein, ob in der (namentlich bei ungenügender Zufuhr des betreffenden Aschenbestandtheils) erschöpften Hefe keine absolute Verarmung dieser an jenem eingetreten ist. — Der Weg muss unfehlbar zum Resultate führen.

Eine weitere Aufgabe in Betreff der näheren Erörterung des Stickstoffumsatzes ist nun freilich die, zu ermitteln, welcher chemischen Natur die stickstoffhaltigen Excremente der Hefepflanze sind. — Bezüglich dieser Frage vermag ich bis jetzt nur Andeutungen zu geben, die indessen weiteren Untersuchungen in dieser Richtung als Anhaltspunkte dienen können. Alle vergohrenen Flüssigkeiten, soweit ich bis jetzt dieselben untersucht habe, geben mit starkem Alkohol Fällungen, an denen freilich die natürlich vorhandenen oder zugesetzten Aschenbestandtheile stark betheiligt sind, die aber auch stets organische Substanz in sich enthalten, welche in allen Fällen stickstoffhaltig zu sein scheint. Eine solche Substanz habe ich z. B. früher schon untersucht; sie war aus einer Gährflüssigkeit gewonnen, die aus Zuckerwasser und Hefe bestand, welche letztere in der Flüssigkeit sich stark erschöpft hatte. Es war ein leicht in Wasser löslicher Körper ohne alle charakteristischen Eigenschaften mit einem Gehalt von 5,7 Proc. Stickstoff[1]. Aus Gährflüssigkeiten, denen Pepsin zugesetzt war, habe ich durch Fällen mit Alkohol ähnliche Stoffe erhalten, und einen dieser Versuche will ich etwas näher in seinen Einzelheiten beschreiben.

450 CC. 15procentige Zuckerlösung mit 1,5 Grm. phosphorsaurem Kali, 0,75 Grm. krystallisirter schwefelsaurer Magnesia, 0,75 Grm. feuchtem (entsprechend 0,66 trockenem) Pepsin wurden nach minimaler Aussaat der Gährung überlassen. Nach 5 Tagen stellte sich Trübung, 2 Tage später starke Gährung ein, die Kohlensäureverluste wurden gewogen und dieselben betrugen

[1] Meine Untersuchungen etc. p. 75.

täglich im Maximum 1,9 Grm. Die Gährung war also eine für minimale Aussaat sehr kräftige. Dieselbe wurde jedoch im Verlauf eines Monats, nachdem 24,9 Grm. Kohlensäure verschwunden waren, also der vorhandene Zucker zu $^5/_6$ vergohren war, eine so langsame, dass die Gährung unterbrochen wurde.

Die Flüssigkeit enthielt 25,025 Grm. Alkohol, die der verschwundenen Kohlensäure entsprechende Menge. Durch mehrmalige Filtration mit dem Bunsen'schen Filtrirapparat wurden 0,346 Grm. Hefe gewonnen, d. i. $^2/_3$ Proc. des vergohrenen Zuckers; dieselbe erwies sich unter dem Mikroskop als durchaus wohlgebildet, enthielt 0,023 Grm., d. i. 6,9 Proc. Asche.

Das Filtrat wurde bis auf ein kleines Volum eingedampft mit starkem Alkohol geschüttelt; der Niederschlag ballte sich zu einer klebrigen Masse zusammen. Die nur schwach getrübte Flüssigkeit wurde durch ein gewogenes Filter gegossen, der Rückstand nach dem Waschen mit Alkohol in wenig Wasser gelöst, eingedampft, zur Trockne gebracht und mit dem Filter gewogen. Derselbe betrug 1,047 Grm., wovon 0,756 Grm., d. i. 72,2 Proc., anorganisch. Der Rest von 0,291 Grm. enthielt 0,006 Grm., d. i. 2,2 Proc. Stickstoff.

Wenn man nun mit diesem Stoffe, der also auf analoge Weise dargestellt war, wie jener Körper mit 5,7 Proc. Stickstoff aus einer mit Bierhefe vergohrenen Zuckerlösung, Gährungsversuche unternahm, so erhielt man, wenn derselbe in Mengen zugesetzt wurde, in denen das Pepsin ausserordentlich gute Resultate zeigt, nur sehr unvollkommene Gährungen. Man wird nun dies nicht wunderbar finden, wenn man den sehr geringen Stickstoffgehalt des so gewonnenen Körpers in Anschlag bringt; allein auch wenn man von dem fraglichen Körper entsprechend mehr verwendete oder vom Pepsin entsprechend weniger, so war doch noch der Unterschied auffallend genug. Es liegt also bei der Interpretation dieses Versuches wieder sehr nahe, den durch Fällen mit Alkohol gewonnenen Körper auch hier als ein stickstoffhaltiges Excrement des Hefepilzes zu bezeichnen.

Derlei Versuche mit stickstoffhaltigen Körpern, wie sie aus

vergohrenen Flüssigkeiten unter verschiedenen Umständen gewonnen werden können, sind zwar an sich nicht streng beweisend für das Stattfinden eines Stickstoffumsatzes bei der Gährung und Hefevegetation, allein wenn man berücksichtigt, dass dieser Umsatz auf anderem Wege mit genügender Sicherheit nachgewiesen ist, so können sie immerhin dazu dienen, die gewonnene Anschauung mehr und mehr zu kräftigen, uns eine nähere Vorstellung von der Art jenes Umsatzes zu verschaffen und Anhaltspunkte zu gewähren für die spätere Feststellung des Chemismus des ganzen physiologischen Vorgangs.

Eine wirklich eingehende quantitative Bearbeitung des ganzen Vorganges wird erst möglich oder zweckmässig sein, wenn man in den bei der Gährung mit Vortheil verwendeten Pepsinsorten das wirksame Princip erkannt und aus denselben isolirt haben wird, so dass man in der Lage ist, Gährungsgemische ausschliesslich aus den für die Hefeernährung unentbehrlichen Stoffen darzustellen und allen Ballast auszuschliessen. Alsdann wird auch die Frage nach der Art des Stickstoffumsatzes ihre Erledigung finden können.

Auf Grund der bis jetzt vorliegenden Untersuchungen aber werden wir uns von dem Wesen der alkoholischen Gährung folgende Vorstellung zu machen haben:

Die Anwesenheit des Hefepilzes (Saccharomyces cerevisiae oder einiger anderer ihm nahestehenden Formen), dessen Ernährung und die Erfüllung seiner sonstigen Lebensbedingungen sind die unerlässliche Voraussetzung für das Stattfinden derjenigen chemischen Veränderung einer zuckerhaltigen Flüssigkeit, welche wir als alkoholische Gährung bezeichnen.

Die wesentlichsten Lebenserscheinungen des Hefepilzes sind dabei durchaus analog denen anderer Organismen, und ist in Bezug auf die bemerkbaren Abweichungen Folgendes zu bemerken:

Der Hefepilz bedarf zu seinem Leben und zur

Erfüllung seiner normalen Functionen, abweichend von den Existenzbedingungen aller anderen Organismenclassen und selbst aller in Bezug auf ihre Ernährungsvorgänge einigermassen studirten Pilze, nicht der Zuführung des freien Sauerstoffs; er athmet nicht in dem Sinne, wie dies alle höheren Pflanzen und Thiere, wie dies ferner von den ihm nahestehenden Organismen z. B. die Hutpilze und die (an der Oberfläche von Flüssigkeiten) Häute bildenden Mycoderma-artigen Formen thun[1]. Diese Behauptung kann indessen vorerst nur für diejenige Vegetationsperiode des Hefepilzes festgehalten werden, in welcher er unter vegetativer Sprossung die alkoholische Gährung bewirkt. Diese Einschränkung ist nothwendig, da dem Hefepilz nach neueren Untersuchungen eine Art von Generationswechsel zuzukommen scheint[2], und wir von seiner Ernährungsweise und seinen Lebensbedingungen in anderen Vegetationsperioden als der hier in Rede stehenden Nichts wissen.

Es darf daher der Satz, dessen durchgehende Gültigkeit, namentlich nach Entdeckung der Sauerstoffathmung aller grünen Pflanzen, ziemlich allgemein als bewiesen angesehen wurde[3], dass ein jeder Organismus in dem Grade, als er zu gewissen intensiven Lebensäusserungen befähigt sei und die-

---

[1] Während es allerdings mehr als wahrscheinlich ist, dass andere niedrige Pilze auch in dieser Beziehung sich durchaus an die Lebensweise des gewöhnlichen Hefepilzes anschliessen. Dies dürfte z. B. für die grösste Zahl der im Innern von Flüssigkeiten lebenden einzelligen Formen, wie z. B. die wenig gekannte Milchsäurehefe, gelten, wie es für das Buttersäureferment, dessen animalische Natur mehr als zweifelhaft sein dürfte, von Pasteur nachgewiesen zu sein scheint; vergl. Compt. rend. T. 52.

[2] Vergl. Reess, Botan. Zeitung 1869, p. 105, und in dem oben citirten Schriftchen: Botan. Untersuchungen.

[3] Für das Protoplasma der Pflanzen ist z. B. dieser Satz in sehr allgemeiner Form in dem ausgezeichneten Hofmeister'schen Handbuche: Die Lehre von der Pflanzenzelle, p. 49; Experimental-Physiologie der Pflanzen, p. 263, ausgesprochen worden; für alle Thierclassen schien er ohnehin selbstverständlich.

selben vollziehe, der Aufnahme von freiem Sauerstoff unumgänglich nothwendig bedürftig sei, in dieser engen Form nicht aufrecht erhalten werden. — Es kann derselbe aber im Einklang mit allen auf diesem umfassenden Gebiete vorliegenden Untersuchungen, sowie als unumstösslich zulässige Folgerung unserer wohlgeprüften theoretischen Anschauungen vom Wesen der hier in's Spiel kommenden Kräfte dahin umgeändert werden, dass einem jeden Organismus zum Vollzug seiner Lebenserscheinungen chemische Spannkräfte zur Verfügung stehen müssen und dass es ein wesentliches Merkmal jener gewissen Lebenserscheinungen ist, dass solche chemische Spannkräfte in die Form von Wärme oder mechanischer Bewegung übergehen. Es darf aber fortan nicht mehr behauptet werden, dass diese chemischen Spannkräfte für alle Organismen in der Affinität von Sauerstoff zu organischer Substanz nothwendig bestehen müssen; dies ist vielmehr ein specieller Fall jener allgemeinen Gesetzmässigkeit, wiewohl der gewöhnlichste, und kann der Verlust an chemischen Spannkräften in Folge des Lebensacts eben so gut durch einen inneren Umsatz vorhandener organischer Substanzen, z. B. durch einen Spaltungsprocess derselben, als durch wirkliche Oxydation bewirkt werden.

Gesteht man diese vom Standpunkte der Theorie aller dieser Vorgänge ja so unwesentliche Abänderung jenes bekannten aber nicht mehr haltbaren Satzes zu, so tritt der Lebensprocess des Hefepilzes in der Zuckerlösung durchaus in die Reihe jener anderen, uns ihrem roheren Chemismus nach geläufigen Stoffwechsel-Vorgänge der höheren Organismen ein, und mit Berücksichtigung dieses Verhaltens werden uns dann auch eine Reihe von anderen Erscheinungen bei der Ernährung des Hefepilzes sehr leicht verständlich. — Der Versuch der Erklärung dieser mag die kurze Abschweifung auf ein etwas allgemcineres Gebiet der Lebenserscheinungen entschuldigen.

Der Zerfall eines Kohlehydrats (im Wesentlichen) in Alkohol und Kohlensäure ist, wie Berthelot meines Wissens zuerst

hervorgehoben hat[1], und wie es auch nicht anders sein kann (da ja sonst eine chemische Arbeit geleistet werden müsste), mit einem Verlust an chemischen Spannkräften verbunden; — der gebildete Alkohol hat eine kleinere Verbrennungswärme als derjenigen Menge Zucker, aus der er bei der Gährung hervorgegangen ist, entspricht — und jener Zerfall bietet also dem Wesen nach die grösste Aehnlichkeit mit einer Verbrennungserscheinung dar, er ist, so kann man sagen, eine innere Verbrennung, denn die Moleküle nehmen dabei, wie bei jeder Verbrennung, stabilere Gleichgewichtslagen, bei denen ihre Affinitäten zu einander in einem höheren Grade gesättigt sind, an.

Wir brauchen in der That nun Nichts zu thun, als zwischen diesem Vorgang im Hefepilz und der Athmungserscheinung irgend einer anderen chlorophyllhaltigen oder chlorophyllfreien Pflanze eine Parallele zu ziehen, und wir werden die meisten bei der Gährung stattfindenden Einzelheiten, welche schon der Gegenstand spitzfindiger Erklärungen gewesen sind, durchaus natürlich finden.

Das Protoplasma (jener dickflüssige oder körnige, eiweissreiche Theil des Zellsaftes, von dem alle pflanzlichen Lebenserscheinungen direct oder indirect auszugehen scheinen) aller der Sauerstoffzufuhr bedürftigen Pflanzen ist der eigentliche Sitz der Athmungserscheinungen bei denselben. Es ist eine jedem Pflanzenphysiologen geläufige Thatsache, dass ein Protoplasma, welches vegetabilische Neubildungen, d. i. zunächst Ablagerungen von Zellhäuten aus seinem zuckerhaltigen Bildungssafte vollzieht, nothwendig eine Verbrennung in sich unterhält, und dass in Folge dessen protoplasmareiche Pflanzentheile, welche in sehr intensiver Organvermehrung, also in neuer Zellbildung begriffen sind, auch eine besonders intensive Athmung unterhalten[2]. — Die Bildung von Cellulose aus den zuckerartigen Bestandtheilen des Bildungssaftes ist ein Vorgang, dessen Chemismus wir zur

[1] Vergl. Jahresber. d. Chemie Bd. 18, p. 602. Vergl. auch mein Lehrbuch der Agricultur-Chemie I, p. 96.

[2] Vergl. z. B. mein Lehrbuch der Agricultur-Chemie I, p. 108.

Zeit nicht kennen, der aber, wie wir sehen, in der allerengsten Abhängigkeit steht von einem anderen Chemismus, in Folge dessen ein weiterer Theil der organischen Substanz des Bildungssaftes durch Oxydation zerstört wird.

Machen wir Anwendung von dieser Erfahrung auf den uns vorliegenden Fall. Die Neubildung der Hefezellen geschieht in genau analoger Weise. Auch hier ist der Process der Ablagerung der Cellulose der neu entstehenden Sprossungen aus einem zuckerhaltigen Protoplasma unabänderlich an einen anderen chemischen Vorgang geknüpft, der aber diesmal nicht in einer vollständigen Verbrennung eines anderen Theils der organischen Substanz des Zellsaftes, sondern (unter Anderem) in einer inneren Spaltung eines anderen Theils des Zuckers des Zellsaftes in niedriger und höher oxydirte Producte besteht, bei der aber gleichfalls, wie bei jener Verbrennung, chemische Spannkräfte, die in jenen organischen Substanzen enthalten sind, verloren gehen[1]. — Gerade wegen dieses Causalnexus findet niemals Sprossung von Hefe statt, ohne dass Kohlensäure und Alkohol gebildet wird, und kann niemals eine Gährung des Zuckers stattfinden, ohne dass sich jene vegetative Thätigkeit vollzieht (wenngleich das Letztere ebenso wie eine Verbrennungserscheinung ausserhalb des Organismus theoretisch denkbar wäre).

---

[1]) Warum der physiologische Vorgang der chemischen Umwandlung des Zuckers des Zellsaftes in Cellulose unabänderlich an einen anderen chemischen Vorgang, bei dem chemische Spannkräfte, welche als Wärme frei werden, verloren gehen, geknüpft ist, das ist eine Frage, die tief in das innerste Wesen der Lebenserscheinungen eingreift, und wir können nur darauf hindeuten, dass dies im Grunde ein ganz analoges Verhalten ist zu dem Verluste an chemischen Spannkräften bei Arbeitsleistungen in den thierischen Organismen, welcher in einem höheren Verhältniss stattfindet, als die Aequivalenz der betheiligten Kräfte erfordert, und wovon der Ueberschuss dann ebenso wie dort als Wärme frei wird. Ebenso genügt es nicht, wenn eine chemische Arbeit in einem Organismus geleistet werden soll, — und die Ueberführung von Zucker in Cellulose entspricht zweifellos einer chemischen Arbeit — gerade wie bei der Leistung einer mechanischen Arbeit die genau äquivalente Menge chemischer Spannkräfte dafür in Anspruch zu nehmen, sondern es erscheint unerlässlich, dass mehr Spannkräfte aufgeopfert werden, so dass der ganze chemische Process nach aussen hin als ein Ueber-

Es ist unbekannt, wie viel Gewichtstheile organischer Substanz in jenem ersteren Falle der Sauerstoff-Athmung von Pflanzen nothwendig zerstört werden müssen, damit ein Gewichtstheil in der Form von Cellulose abgelagert wird; aber jedenfalls erscheint uns — wenn wir die gezogene Parallele weiter verfolgen — diejenige Menge des Zuckers, der in Alkohol und Kohlensäure zerfallen muss, damit ein Gewichtstheil desselben als Zellhaut der neuen Sprossungen Verwendung findet, unverhältnissmässig gross. Allein dies scheinbare Missverhältniss wird uns leicht verständlich, wenn wir den Gesichtspunkt, auf dem jene Vergleichung beruhte, im Auge behalten und bedenken, dass bei dem vorliegenden Spaltungsprocesse eine sehr viel kleinere Menge von chemischen Spannkräften frei wird, als bei einer vollständigen Verbrennung, indem doch die Voraussetzung sehr nahe liegt, dass die Gleichheit der verlorenen Spannkräfte für die analogen Fälle als Massstab dienen müsse.

Auf denselben Gesichtspunkt liesse sich dann auch die bekannte Pasteur'sche Beobachtung[1]) in der naturgemässesten Weise zurückführen, dass in gleich zusammengesetzten Gährungsgemischen bei Luftzutritt eine sehr schwache Gährung, aber

gang chemischer Spannkräfte in Wärme aufgefasst werden kann; und die Wärme, welche bei der Leistung von mechanischer Arbeit von Seiten des thierischen Körpers sowohl, als bei der chemischen Arbeit intensiver Vegetationsprocesse frei wird, stammt eben von jenem Ueberschusse her. — Auf diese Gesetzmässigkeiten, welche augenscheinlich mit dem zweiten Hauptsatz der mechanischen Wärmetheorie in Beziehung stehen und wie viele andere Vorgänge in der anorganischen Natur dahin wirken, die sogenannte »Entropie« des gesammten Weltalls fort und fort zu vergrössern, lässt sich in letzter Linie die unabänderliche Zusammengehörigkeit jener beiden im Texte besprochenen Processe zurückführen.

[1]) Vergl. Compt. rend. T. 52, p. 1260. Das dort mitgetheilte Verhalten bedarf indessen dringend der Bestätigung, namentlich auch durch einen Morphologen, um zu constatiren, dass die bei Luftzutritt in den Vordergrund tretenden Formen gewöhnliche Hefezellen und nicht ähnliche an der Oberfläche der Flüssigkeit sich entwickelnde Formen sind, wie ja auch zweifelsohne als Oberhefe häufig Mycoderma vini-artige Gebilde beschrieben worden sind. Nach Versuchen von mir ist eine Bestätigung nicht gerade wahrscheinlich.

üppige Entwickelung der Hefezellen, bei Lichtabschluss intensive Gährung, aber nur geringe Hefenbildung eintreten soll. Es wäre dadurch einfach festgestellt, dass der gewöhnliche Hefepilz auch, wie die meisten anderen Pflanzen immer, gelegentlich zur Sauerstoffathmung befähigt ist, dass er sich sogar dabei leichter und kräftiger entwickele und dass er alsdann ganz gemäss der von uns gegebenen Theorie nur wenig Zucker zersetze, weil bei der vollständigen Verbrennung desselben die Spannkräfte weiter ausreichen. Allein jene Beobachtung steht bis jetzt allein da und bedarf der Bestätigung (siehe Anm.).

Bei dem ganzen Vorgange ist es nothwendig, sich den Zucker des protoplasmatischen Zellsaftes der Hefe als einerseits zur neuen Zellstoffablagerung dienend, andererseits jene Spaltung erleidend zu denken und nur anzunehmen, dass der Verlust dieses Zuckers bei der gewöhnlichen Gährung in zuckerhaltigen Flüssigkeiten durch Aufnahme von Zucker von Aussen immer wieder gedeckt würde. Dieser letztere Vorgang würde ein einfach osmotischer sein.

Diese Vorstellung ist die einfachste und natürlichste, den analogen Erscheinungen bei athmenden Pflanzen und Pflanzentheilen durchaus conform, und sie erlaubt uns auch, diejenigen Vorgänge bei der alkoholischen Gährung auf jenen gemeinschaftlichen Gesichtspunkt zurückzuführen, welche Pasteur Anfangs so befremdend entgegengetreten sind[1]), und die auch Liebig als eine unüberwindliche Schwierigkeit für die Pasteur'sche Theorie anzusehen geneigt erscheint[2]) — ich meine jene Vorgänge der Alkohol- und Kohlensäure-Bildung aus der Substanz der Hefe selbst in Abwesenheit einer Zuckerlösung, die Erscheinung der Selbstgährung der Hefe, welche in dieser eintritt, wenn nur die übrigen Vegetationsbedingungen des Hefepilzes, Anwesenheit von Wasser, die richtige Temperatur etc. erfüllt sind. Die Pasteur'sche Erklärung dieser Erscheinung wird wohl in der That von Jedermann

[1]) Annal. d. Chim. et de Phys. (3) T. 58, p. 354.

[2]) Vergl. Ueber Gährung etc. p. 14.

unklar gefunden werden, wenn ich auch anerkennen möchte, dass wenigstens der Keim einer richtigen Anschauung in jener verborgen liegt.

Dieser erwähnte Vorgang erscheint, wie gesagt, durchaus natürlich und selbstverständlich, wenn man den hier entwickelten Vorstellungen Raum giebt. Es muss nach diesen als die einer jeden lebenden Hefezelle[1] eigenthümliche Lebenserscheinung angesehen werden, sobald die hinreichende Wärme und das nöthige Wasser vorhanden ist, wie etwa eine jugendliche Cambiumzelle eines höheren Gewächses, oder auch wie eine Pilzspore, zu sprossen, Neubildungen zu machen. Die letzteren müssen unter diesen Umständen ihrer Substanz nach auf Kosten von schon in den Mutterzellen vorhandenen Stoffen gebildet werden. So ist beispielsweise nachgewiesen worden, dass bei diesem Vorgange die Cellulose der alten Zellen theilweise verbraucht wird, indem nämlich der Gesammtcellulosegehalt einer der Selbstgährung überlassenen Hefemenge fortwährend in der Abnahme begriffen ist. Dies ist genau analog dem Verhalten der höheren Pflanzen, in denen auch bei dem Vorgang der Keimung z. B. die Cellulose alter Pflanzentheile von dem protoplasmatischen Zellsafte in Form von Zucker gelöst wird, welcher dann seinerseits wieder zu Neubildungen verwendet wird, wenn auch dort in der Regel ein anderer der Cellulose isomerer Körper, das Stärkemehl, jene Stelle versieht[2]. Dient nun das zuckerhaltige Protoplasma als Bildungssaft für die neuen Sprossungen und geht der Zucker wieder in Cellulose über, so kann nach den erläuterten Principien dies in beiden Fällen nur geschehen durch Verlust eines grösseren oder geringeren Theils desselben, bei den meisten Pflanzen in Folge der Zerstörung durch Oxydation, bei dem Hefepilz in Folge der Spaltung in Alkohol, Kohlensäure u. s. w. Aus diesem Grunde nimmt eine nach aussen abgeschlossene Keimpflanze, eine in destillirtem

[1] Mit Einschränkungen in Betreff des Vegetationsstadiums, von denen schon vorher die Rede war.

[2] Ueber diesen ganzen Gegenstand vergleiche mein Lehrbuch der Agricultur-Chemie I, Vorlesung VI, namentlich p. 81 u. f.

Wasser austreibende Pilzspore, fortdauernd an Gewicht ab, aus demselben Grunde thut dies die in Selbstgährung begriffene Hefe, und da bei ihr die Cellulose der alten Zellen die Rolle eines Reservestoffes spielen muss, so nimmt sie dabei, genau wie der auskeimende Dattelkern, welcher sich in ähnlichen Verhältnissen befindet, auch absolut an Cellulose ab.

Pasteur hat vielleicht geglaubt, dass im vorliegenden Falle der Selbstgährung die aus den älteren Zellen aufgelöste Cellulose ausreichen möchte, um nicht bloss die Ablagerung von neugebildeter, sondern auch um die Entstehung von Alkohol und den übrigen Producten der Selbstgährung der Hefe zu erklären, oder wenigstens ist ihm diese Anschauung zugeschrieben worden[1]. Jedenfalls hat Liebig auf experimentellem Wege gezeigt[2], dass der Gesammtverlust an Cellulose, welcher in der ohne Zucker vergohrenen Hefe regelmässig constatirt werden kann, entfernt nicht ausreicht, die gefundenen Gährungsproducte zu liefern, ja dass in allen weit getriebenen Selbstvergährungen der gesammte ursprüngliche Cellulosegehalt nicht ausreicht, um die Menge des vorgefundenen Alkohols zu erklären, obgleich die Cellulose zum grössten Theil nachher wieder vorgefunden wird, und so können wir mit Liebig mit Gewissheit den Schluss machen, dass auch andere Bestandtheile der Hefe als Substrat jenes Umsatzes dienen müssen. — Diese Folgerung berührt offenbar die Stichhaltigkeit unserer Anschauungen nicht im Mindesten.

Welches diese Bestandtheile nun sind, darüber ist bei unserer unvollkommenen Bekanntschaft mit den organischen Bestandtheilen der Hefe zur Zeit kaum ein genügender Aufschluss möglich. Liebig glaubt[3], dass man es jedenfalls mit einem zuckerähnlichen Stoffe zu thun habe, und wenn es auch nicht möglich, denselben durch blosses Auswaschen zu gewinnen, so könne dies daran liegen, dass derselbe durch eine feste Ver-

---

[1] Vergl. Ueber Gährung etc. p. 15.
[2] Vergl. ebenda, p. 18.
[3] Vergl. ebenda, p. 20.

bindung mit den stickstoffhaltigen Bestandtheilen der Hefe an dem Austritt aus der Hefezelle verhindert sei. — Eine ganz entfernte Vorstellung von der Zusammensetzung dieses Stoffes oder dieser Stoffe lässt sich gewinnen, wenn man den Kohlenstoffgehalt der trockenen Hefe berücksichtigt und denselben auf die bekannten constituirenden Bestandtheile derselben vertheilt. Die verschiedenen Hefeanalysen [1]) weisen nach Abzug der Aschenbestandtheile 44,6—50,8 Proc. Kohlenstoff [2]) und 9,2—15 Proc. Stickstoff nach, und zwar ist die kohlenstoffreichste Hefe auch stets die stickstoffreichste, einfach weil die Träger des Stickstoffs, die eiweissartigen Körper, auch sehr kohlenstoffreich sind (und weil diese Stoffe je nach der Art der vorausgegangenen Ernährung in sehr verschiedenen Verhältnissen in der Hefe vorhanden sein können). Berechnet man nun aus dem Stickstoffgehalt der Hefe deren Gehalt an eiweisshaltigen Stoffen und bringt den Kohlenstoff dieser letzteren in Rechnung, addirt hierzu den Kohlenstoffgehalt der gewöhnlichen Cellulose-Procente der Hefe und zieht die Summe des so sich ergebenden Kohlenstoffs von der gefundenen Menge dieses Elementes ab, so bleibt ein Rest, der ausnahmslos für die verschiedensten Analysen im Verhältniss zu der Menge nicht ermittelter organischer Bestandtheile so klein ist, dass diese jedenfalls verhältnissmässig kohlenstoffarm sein müssen und höchstens den Kohlenstoffgehalt eines Kohlehydrats repräsentiren [3]).

Es lässt sich nun freilich nicht aus dieser unsicheren Berechnung mit irgend welcher Bestimmtheit eruiren, dass man es in jenen Substanzen mit Kohlehydraten zu thun habe; allein es ist nach derselben auch keineswegs unwahrscheinlich, dass jene im Wesentlichen nichts Anderes sind als ein etwas leichter löslicher und deshalb bei der gewöhnlichen Methode der Cellulose-Bestimmung nicht zurückbleibender Zellstoff. Man muss sich nur vergegenwärtigen, dass die Reactionen und namentlich die

---

[1]) Vergl. Knapp, Technologie 1848, p. 276.

[2]) Die im Liebig'schen Laboratorium ausgeführten Analysen beträchtlich weniger, vergl. a. a. O. p. 10.

[3]) Vergl. z. B. Schlossberger's Analysen: Knapp ebenda.

leichtere oder schwerere Angreifbarkeit der Zellhäute bei verschiedenen Pflanzen sehr verschiedene sind, und dass gerade für die Pilze über das chemische Verhalten dieser Membranen sehr wenig und nur so viel bekannt ist, dass sie abweichende Reactionen von denen der Zellhäute unserer höher organisirten Gewächse zeigen [1]. Wenn man anstatt der gewöhnlichen Methode der Cellulosebestimmung die Hefe mittelst schwacher Kalilauge von ihrem stickstoffhaltigen Inhalt befreit, oder dasselbe mit Essigsäure thut, worin jene Eiweissstoffe desgleichen löslich sind, so bleibt ein, wenn auch vielleicht nicht ganz stickstofffreier Rest von der Zusammensetzung des Stärkemehls oder der Cellulose, der auch in ganz starker Kalilauge gelöst werden kann [2]. Auf diese Weise erhält man bis zu 30 Proc. der celluloseartigen Substanz aus der Unterhefe, während bei der gewöhnlichen Darstellung der Cellulose, wo dieselbe mit viel stärker angreifenden Mitteln behandelt wird, nur 20 Proc. durchschnittlich — in beiden Fällen auf aschenfreie Substanz berechnet — erhalten werden. Hierdurch ist im Grunde jene Annahme bewiesen, und wenn man die so sich ergebende viel grössere Menge von Kohlehydraten oder, wenn man will, Cellulose in Anschlag bringt, so ersieht man, dass dieselbe vollkommen für Alkohol- und Kohlensäureproduction bei der Selbstgährung ausreicht, und dabei verdient besondere Berücksichtigung, dass just die schwerlöslichste Cellulose, die dem protoplasmatischen Zellsaft am meisten Widerstand leisten wird, bei der gewöhnlichen Cellulosebestimmung nach der gewöhnlichen Methode am vollständigsten erhalten wird, und so die Cellulosedifferenz vor und nach der Selbstvergährung als eine sehr geringe erscheinen muss. Kurz man wird zugeben müssen, dass die Cellulosebestimmung nach der unvollkommenen Schablone, die eigentlich nur bei ihrer gleichartigen Verwendung für die Analyse von Futtermitteln einigen Werth besitzt, Nichts aussagt über das Vorhandensein von für Neubildungen und die Alkoholproduction verfügbaren Kohlehydraten in der Hefe. — Sorgfältige vergleichende und ein-

---

[1] Vergl. Kühn, Ernährung des Rindviehs 1868, p. 46.

[2] Vergl. Knapp a. a. O.

gehende Analysen nicht vergohrener und vergohrener Hefe werden hierüber leicht Aufschluss verschaffen können.

Schliesslich ist darauf hinzuweisen, dass bei unserer Unbekanntschaft mit dem Stickstoffumsatz bei der Gährung auch möglicherweise die eiweissartigen Bestandtheile der Hefe, etwa durch Abspaltung anderer stickstofffreier organischer Stoffe, wie beim Stoffwechsel der höheren Thiere, mit in den in Rede stehenden Umsatz eintreten können, obschon dies nach meinen bisherigen Ermittelungen über die Zusammensetzung des stickstoffhaltigen Excrementes der Hefezellen nicht gerade wahrscheinlich ist.

Jedenfalls aber können wir aus den bis jetzt vorliegenden Untersuchungen über Selbstvergährung der Hefe schliessen, dass die von einander untrennbaren Processe, Alkoholbildung etc. und Sprossung der Hefezellen, wenn nur sonst alle Vegetationsbedingungen vorhanden sind, eine Zeit lang unabhängig vom Vorhandensein des Zuckers in der äusseren Umgebung vor sich gehen, gerade wie die keimende höhere Pflanze, die keimende Pilzspore Neubildung und Athmung auf Kosten ihrer Reservestoffe vollzieht, auch ohne dass bei der ersteren dieser Stoffverlust sofort wieder durch die Thätigkeit chlorophyllhaltiger Organe ersetzt zu werden braucht, auch ohne dass die letztere unausgesetzt aus einem an organischen Stoffen reichen Substrate neue Stoffe zu assimiliren braucht, — gerade wie endlich das Thier zwei von einander untrennbare Processe, Athmung und Stoffumsatz, so lange sein Leben dauert, fort und fort vollzieht, auch wenn ihm die Aufnahme von Nahrung versagt bleibt. *Der Vollzug aller dieser Vorgänge von so schlagender Analogie ist bis zu einem gewissen Grade unabhängig von der Ernährung von Aussen, und diese ist es nur, welche das dauernde Vorsichgehen jener Lebensprocesse ermöglicht, da sie von Neuem den Apparat in Stand setzt und so denselben zu einer Wiederholung der Leistung befähigt.* Aber auch ohne das Stattfinden einer ausreichenden Ernährung gehen jene Processe unablässig vor sich, so lange bis der Organismus in Folge von Erschöpfung durch den einseitigen Vorgang zu Grunde geht,

und gerade der auf diese Weise erfolgende Untergang documentirt auf's Deutlichste die Selbstständigkeit jener Vorgänge. Mit anderen Worten, die Selbstgährung der Hefe ist ein wahrer Hungerzustand derselben und endigt, wenn nicht rechtzeitig Hülfe geschafft wird, mit dem Tode der Hefezellen, mit deren vollständiger Unfähigkeit, einer weiteren Gährung zu dienen. Tritt dagegen noch zu rechter Zeit Zuckerzufuhr von Aussen ein, so ersetzt der Organismus mit Hülfe dieses Nährstoffs seine Verluste an Zucker des Zellsaftes, und der Vorgang der Alkohol- und Kohlensäureerzeugung, sowie der weiteren Entwickelung des Hefepilzes bleibt, vorausgesetzt dass alle übrigen Ernährungs- und Lebensbedingungen erfüllt sind, ein dauernder.

Auf diese Weise dient gerade der Vorgang, der von vornherein dazu angethan schien, unsere Vorstellungen vom Wesen der alkoholischen Gährung zu erschüttern, die sogenannte Selbstgährung der Hefe, zu deren Vervollständigung und Bestätigung.

Soviel kann nach meiner Ansicht zur Zeit ungefähr gesagt werden über den wahrscheinlichen Zusammenhang des Lebensprocesses des Hefepilzes und seiner gährungserregenden Fähigkeit. — Ich habe bei allen diesen Ausführungen und überhaupt in dieser ganzen und den früheren Veröffentlichungen gar keine Rücksicht auf die sogenannte »mechanische« Gährungstheorie genommen, da ich seit den Pasteur'schen Arbeiten die sogenannte vitale Gährungstheorie als experimentell bewiesen erachte, und da dieser Beweis durch alle seither angestellten Untersuchungen nur mehr und mehr erhärtet wurde. Die Sache liegt einfach so, dass man niemals mit Sicherheit die Bildung von Alkohol und Kohlensäure aus Zucker beobachtet hat, ohne dass lebenskräftige Hefezellen in der betreffenden Flüssigkeit nachgewiesen werden konnten, und umgekehrt hat man niemals Hefe sprossen sehen, ohne dass Alkohol und Kohlensäure in der umgebenden Flüssigkeit sich vorgefunden hätte. Die Zusammengehörigkeit beider Erscheinungen ist durch die Erfahrung constatirt, und wir müssen so lange an deren ursächlichen Zusammenhang glauben, bis mit Sicherheit ein Fall beobachtet wird, wo das, was wir alko-

holische Gährung nennen, eintritt, ohne dass ein sprossender hefeartiger Organismus nachgewiesen werden kann[1]) oder umgekehrt.

Es wäre dem Gesagten Nichts hinzuzufügen, wenn nicht Liebig, der als der Schöpfer der neueren mechanischen Gährungstheorie gelten kann und lange und noch bis zur neuesten Zeit als deren Vertreter betrachtet wurde, sich kürzlich in einer Weise über die Pasteur'schen Anschauungen ausgesprochen hätte, die es Manchem zweifelhaft erscheinen lassen werden, wie weit die Zugeständnisse an jene neuere Anschauung gehen sollen. Es kann zwar beim näheren Studium der betreffenden (vielfach citirten) Liebig'schen Abhandlung nicht der geringste Zweifel darüber herrschen, dass in derselben die Ursächlichkeit des Zusammenhangs zwischen Gährung und Entwickelung des Hefepilzes für die alkoholische Gährung vollständig zugegeben wird, so zweifelhaft der Eingang der Abhandlung auch lautet, und so entschieden derselbe Zusammenhang für die Essigbildung auch bestritten wird[2]).

Die Liebig'schen Einwürfe beschränken sich auf Details in der Ernährung des Hefepilzes — und haben einige derselben schon gelegentlich in dieser Abhandlung Besprechung gefunden — oder auf die Vorstellungen von der Wirksamkeit desselben und vom Wesen der Gährungserscheinungen überhaupt. Die Ausführungen über diese letzteren am Eingang der citirten Abhandlung sind es vorzüglich, welche das Zugeständniss der Pasteur'schen Anschauungen nicht als vollkommen erscheinen lassen, und die dazu angethan scheinen, die Richtigkeit der Liebig'schen Theorie trotz alledem in einem gewissen höheren Sinne aufrecht zu erhalten. — In Bezug auf diesen Gegenstand muss ich mir hier noch einige Ausführungen erlauben.

Der mechanischen Gährungstheorie lag bekanntlich die Anschauung einer mechanischen Bewegung der kleinsten Theilchen

---

[1]) Behauptet ist dies allerdings vereinzelte Male worden, aber niemals von geübten Mikroskopikern; vergl. Berthelot: Ann. de Chim. et de Phys. [3] 50 p. 322.

[2]) Wer darüber noch im Unklaren sein sollte, den verweise ich auf das p. 30 und 31 gegebene Résumé.

des Gährungserregers, als eines sich zersetzenden Körpers zu Grunde, welche er unter gewissen Umständen auf das Gährungssubstrat zu übertragen und dadurch dessen Zerlegung — die Gährung — zu veranlassen fähig sei; oder um mit Liebig's eigenen Worten zu reden: Es kann nicht zweifelhaft erscheinen, »dass ein im Zustand der Verbindung oder Zersetzung begriffener Körper fähig ist, gewissen anderen Körpern den nämlichen Zustand der Bewegung oder Thätigkeit zu ertheilen, in welchem sich seine Atome befinden, durch seine Berührung also mit anderen Körpern diese zu befähigen, Verbindungen einzugehen oder Zersetzungen zu erleiden«[1]).

Wir dürfen uns einmal nicht verhehlen, dass eine solche Anschauung heute wahrscheinlich unverträglich ist mit den Vorstellungen, die wir von der Constitution der Materie und dem nach Aussen hin bemerkbaren Effect der Bewegung ihrer kleinsten Theilchen hegen müssen[2]), und wenn wir auch jetzt noch sogenannte Fermentwirkungen im rein chemischen Sinne des Worts anerkennen, wie z. B. die Wirkung der Diastase und der verschiedenen Verdauungsfermente, so haben wir weit eher die Vorstellung von deren Wirksamkeit, dass sie an der chemischen Reaction Antheil nehmen, sich vorübergehend chemisch verändern und schliesslich in ihrer alten chemischen Form zum Vorschein kommen, wie es denn in der That eine ganze Reihe solcher Wirkungen giebt, die genau in ihren chemischen Einzelheiten gekannt sind, welche aber mit dieser Erkenntniss den Namen einer Fermentwirkung einbüssen. Ich erinnere an die Wirkung der Schwefelsäure bei der Aetherbildung aus Alkohol,

---

[1]) Vergl. Die Chemie i. i. Anwendung etc. 1843, p. 350.

[2]) J. S. Mill hat zwar diese Theorie Liebig's als ein »bewunderungswürdiges Beispiel für den Geist der deductiven Methode« in seinem System der deductiven und inductiven Logik (vergl. 1862, p. 557) angeführt, allein die von derselben berührten Thatsachen haben sich mit der Zeit als sehr verschiedenartiger Natur erwiesen, so dass heute die gemachte Generalision als eine auf nur oberflächliche Aehnlichkeiten begründete erscheint. Dies verhindert natürlich nicht, dass die damit verbundene Geistesoperation, namentlich bei einem früheren Stand der Wissenschaft, die von Mill hervorgehobene Eigenthümlichkeit zeigt.

an die des Stickoxyds bei der Schwefelsäurefabrikation oder selbst an die Wirkung des Platin's im Döbereiner'schen Feuerzeug u. s. w. Von der fermentartigen Wirkung in Zersetzung begriffener Körper ist gar nicht mehr vorzugsweise die Rede, da, wie gesagt, jene theoretische Anschauung von dem Zustande sich zersetzender Körper verlassen werden musste, vielleicht niemals hätte ernstlich angenommen werden dürfen, und wir uns auch durch die Erfahrung nicht davon überzeugen konnten, dass derartige Körper (wenigstens, wo Organismen mit Sicherheit ausgeschlossen waren) in erster Linie jene geheimnissvollen Wirkungen zeigten. — Ich bemerke indessen, dass mit dem Gesagten nicht behauptet werden soll, dass v. Liebig auch heute noch seine Theorie in jener älteren Form für zulässig hält. Ich erlaube mir darüber kein Urtheil, da ich neuerdings in jener Beziehung gemachte Bemerkungen nicht willkührlich deuten will, und spreche nur von der Theorie in jener Form, da sie in dieser wenigstens eine greifbare Behauptung enthält.

Wir können nun in Anbetracht der gemachten Erörterungen nicht zugeben, dass die mechanische Gährungstheorie trotz der Zustimmung zur vitalen noch in irgend einem Sinne haltbar sei, und dass es, wie man zu wollen scheint, möglich sei, die vitale Gährungsursache nur als einen speciellen Fall jener allgemeinen aufzufassen, da ja »ein Lebensact« auch als »Bewegungszustand« betrachtet werden könne[1], und dass in diesem Sinne die Pasteur'sche Anschauung nicht im Widerspruche mit der älteren Anschauung stände. — Auf der anderen Seite ist gewiss anzuerkennen, was v. Liebig an mehreren Orten hervorhebt, dass durch die Pasteur'sche Erklärung weit weniger die letzte Ursächlichkeit der Erscheinung aufgehellt wird, als dies durch die Liebig'sche der Fall gewesen wäre, — dass man durch Zurückführung des Gährungsvorgangs auf einen physiologischen Process nur wieder vor einem neuen Räthsel steht, das vorerst der Lösung spottet; aber man thäte gewiss Unrecht, hieraus dem Erklärungsversuch einen Vorwurf

[1] Vergl. Ueber Gährung etc. p. 2.

zu machen. Es ist doch unstreitig ein gesundes Princip der Naturforschung, zuerst nach der nächstliegenden Ursache zu fragen, sowie es auf der anderen Seite ein tadelnswerther Fehlgriff wäre, voreilig zu generalisiren, ohne sich mit Resignation der mühsamen Detailforschung zu unterziehen, wenn man auch Anfangs auf diese Weise schneller zu den allgemeineren Ursachen der Erscheinungen oder, wie man sich häufig ausdrückt, zu dem Urgrund der Dinge zu gelangen scheint. — Es fällt ja doch ganz gewiss Niemandem ernstlich ein, mit der Zurückführung einer Reihe von Gährungserscheinungen auf einen physiologischen Process, dieselben ihrem innersten Wesen nach erklärt zu haben. Es ist doch nur die Gewissenhaftigkeit des redlichen Beobachters, jenen gefundenen Zusammenhang nicht mit Stillschweigen zu übergehen, und derselbe würde mit Freuden einer allgemeinen Theorie aller analogen Erscheinungen beipflichten, wenn sie nicht von ihm forderte, das Auge gegen bei ihm feststehende Thatsachen zu schliessen. — Man hat durch jenes Zurückführen auf den Lebensprocess gewisser Pilze durchaus Nichts gethan, als einige Erscheinungen hinsichtlich ihrer Ursächlichkeit gruppirt und so deren einstige Erklärung zusammen mit der Erklärung des organischen Lebens angebahnt. Allein es wird Jedermann auch gerne zugeben, dass damit mehr geschehen ist, als wenn man eine dem thatsächlichen Stand der Dinge nicht entsprechende, wenn auch noch so umfassende Gruppirung der Erscheinungen vorgenommen und damit eine scheinbare Erklärung derselben bewirkt hätte; und aus diesem Grunde muss der Vorwurf Liebig's[1]) von uns abgelehnt werden, welcher die Erklärung von Lebenserscheinungen durch vitale Theorien mit der gedankenlosen Erklärungsweise von physiologischen Erscheinungen durch »die alte Lebenskraft des vorigen Jahrhunderts« vergleicht, denn mit dieser letzteren glaubte man den wahren, letzten (nicht weiter erklärbaren) Urgrund gefunden zu haben.

Allein Liebig hat seinem Bestreben, ein Stück der alten Gährungstheorie, welche ihm in sich noch immer haltbar er-

---

1) Vergl. Ueber Gährung etc. p. 48.

scheint, zu retten (trotz Anerkennung des von Pasteur nachgewiesenen Zusammenhangs), in seiner Veröffentlichung auch noch eine bestimmtere Gestalt verliehen, welche eine besondere Beachtung verdient, besonders da sie sich auf experimentelle Erfahrungen stützt. Derselbe erwähnt wenigstens einer von ihm dargelegten Anschauung als einer Hypothese, die eine gewisse Wahrscheinlichkeit für sich habe, und die den Vortheil böte, die vorliegende vitale Gährungserscheinung in die grosse Classe der chemischen Fermentwirkungen, für die eben jene mechanische Theorie beibehalten werden soll, einzureihen; er sucht nämlich den vitalen Vorgang, d. i. Stoffwechsel der Hefe, und die chemische Wirkung, d. i. Zerfall des Zuckers in die Gährungsproducte[1]), als zwei verschiedene Erscheinungen auseinanderzuhalten — und bezieht sich dabei auf die Thatsache, dass das seiner organisirten Elemente beraubte Hefewasser, also ein Excretionsstoff des Hefepilzes, ebenso gut wie die Hefe selbst eine fermentartige Wirkung auf den Rohrzucker auszuüben, denselben unter Wasseraddition zu intervertiren vermag, und scheint zu glauben, dass es sich mit dem Zerfall des Zuckers möglicher Weise ähnlich verhalten könne. »Es könnte sein«, sagt v. Liebig[2]), »dass der physiologische Process in keiner anderen Beziehung zu dem Gährungsprocess steht, als dass durch ihn« (den ersteren) »in der lebenden Zelle der Stoff erzeugt wird, welcher durch eine ihm eigene Wirkung, ähnlich der des Emulsins auf Salicin und Amygdalin, das Zerfallen des Zuckers und anderer organischer Atome herbeiführt; der physiologische Process würde in diesem Falle nothwendig sein, um diesen Stoff zu erzeugen; aber mit der Gährung an sich würde er in keiner weiteren Verbindung stehen.«

Die Hypothese ist offenbar ein sinnreicher Versuch[3]), trotz voller Anerkennung der Pasteur'schen Entdeckung, die Erscheinung der Gährung jener allgemeinen Theorie unterzuordnen, und es kann derselben von vornherein auch nicht ein gewisser

---

1) Vergl. Ueber Gährung etc. p. 3.

2) Ebenda p. 6.

3) Berthelot hat vor einiger Zeit genau denselben Ausweg gesucht; vergl. A. Gautier: Des Fermentations. Paris 1869, p. 23.

Grad von Wahrscheinlichkeit abgesprochen werden, da es ja experimentell feststeht, dass nichtorganisirte Ausscheidungen des Hefepilzes fermentartige Wirkungen auszuüben vermögen. Allein es bleibt zu untersuchen, ob diese letzteren irgend eine Aehnlichkeit in Bezug auf die Umstände ihres Auftretens mit dem Zerfall des Zuckers in die Gährungsproducte zeigen, denn davon ist es abhängig, ob die ausgesprochene Hypothese eine Berechtigung durch jene Analogie besitzt und ob sie werth ist, an Stelle der oben von uns entwickelten Theorie gesetzt zu werden.

Es ist zunächst allerdings eine ausgemachte Thatsache, dass irgend ein Bestandtheil des Extractes von lebender Hefe den Rohrzucker zu intervertiren vermag, und man bezeichnet diesen Vorgang, den Pasteur fälschlich der Bernsteinsäure zuschrieb, mit Recht als eine Fermentwirkung, da eine kleine Menge Extractes mit der Zeit eine verhältnissmässig grosse Menge Rohrzuckers zu intervertiren vermag, und da der Extract durch Erhitzen auf den Siedepunkt diese Fähigkeit einbüsst[1]. Dieselbe Wirkung wird auch von anderen Pilzen vollbracht, ob von deren Extract, ist nicht bekannt. Geschimmelte Lösungen von Rohrzucker sind stets fast vollständig intervertirt, und selbst Zuckerlösungen, die beinahe ganz frei von fremden Bestandtheilen sind, und in Folge dessen im Verlauf der Zeit nur schwach von einigen sich bildenden Mycelienfäden oder anderen Pilzformen sich trüben, geben nach einiger Zeit die Gelbfärbung beim Erhitzen mit alkalischer Lauge und die anderen Reactionen des Invertzuckers, wie ich häufig nachzuweisen Gelegenheit hatte. — Das nebenbei.

Dieser selbe Hefeextract aber nun, der also einen fermentartigen Stoff enthält, hat als solcher nicht die geringste Befähigung, die alkoholische Gährung des Zuckers zu veranlassen,

---

[1]) Uebrigens scheint einem anderen alkoholischen Hefepilz, Saccharomyces Pastorianus, dieses Intervertirungsvermögen des Rohrzuckers abzugehen; wenigstens erhielt Reess (Botan. Untersuchungen über die Alkoholhefepilze, 1870, p. 29, Anm. **)) in einem Falle mit dieser Form in Rohrzuckerlösung keine Alkoholgährung, wohl aber in Traubenzuckerlösung. Sollte diese Entdeckung sich bestätigen, so würde sie die nachfolgende Argumentation noch wesentlich zu kräftigen im Stande sein.

denn sonst müsste ja der allgemein zugegebene Satz umgestossen werden, dass jene Gährung nur in directer Berührung mit sprossender Hefe stattfinden könne. Jener Extract, mit Zuckerlösung vermengt, bringt Nichts hervor, als die Intervertirung derselben[1]), und erst, wenn man das Gemisch der spontanen Infection überlässt, tritt unter Entwickelung von Organismen eine oder die andere Gährungserscheinung, gewöhnlich nicht einmal die alkoholische, ein. Hieraus geht schon hervor, dass die Liebig'sche Hypothese nur bestehen kann mit Unterstützung durch jene andere Hypothese, deren Wahrscheinlichkeit ich Jedem zu ermessen überlasse, dass das die alkoholische Gährung veranlassende hypothetische Ferment, beim Verlassen des Hefeorganismus, abweichend von dem Verhalten jenes anderen, das ursprünglich zur gemachten Hypothese zu berechtigen schien, zersetzt wird und seine eigenthümliche Befähigung einbüsst, dass es mit anderen Worten nur als Bestandtheil der Hefezelle oder in deren unmittelbarer Berührung seine charakteristischen Eigenschaften besitze, also wohl ein so ziemlich von allen bekannten Fermenten abweichendes Verhalten zeige. Liebig übersieht diese Sachlage keineswegs, denn er lässt[2]) den Zucker, der Gährung erleidet, trotz jener Fermenttheorie in die Hefezelle eintreten.

In Folge hiervon schon scheint mir die Hypothese ihre Berechtigung so ziemlich einzubüssen, denn die Analogie, die zu ihrer Aufstellung bewog, musste sogleich aufgegeben werden, und wenn man daneben hält, dass die oben von uns dargelegten Anschauungen den ganzen Zusammenhang zwischen Gährung und Hefeentwickelung durch Hinweis auf eine vollkommen durchführbare und sogar theoretisch nothwendige Analogie als höchst natürlich erscheinen lassen, so wird eine anderweite Hypothese zugleich als unnöthig angesehen werden können. Einen erschöpfenden Beweis in dieser Sache beizubringen, ist mit unseren Hülfsmitteln unmöglich, da wir nicht in die Orga-

[1]) Dasselbe wird in noch schlagenderer Weise demonstrirt durch den zuerst von Mitscherlich (Journ. für pract. Chemie B. 31, p. 129) angestellten Versuch.

[2]) Vergl. Ueber Gährung etc. p. 30.

nismen hineinsehen können und in Folge dessen eine wankende Hypothese immer wieder durch eine neue gestützt werden kann. Es ist nur zu constatiren, dass dieselbe hierdurch mehr und mehr an Wahrscheinlichkeit verliert.

Von diesem letzteren Gesichtspunkte aus habe ich es unternommen, die Wirkung der Hefe auf den Zerfall des Zuckers und jene Fermentwirkung des Hefeextractes in Bezug auf ihr analoges Verhalten in anderer Hinsicht zu prüfen und so jene Hypothese entweder zu kräftigen oder noch weiter zu schwächen. Ich habe vergleichungsweise die Temperatur untersucht, bei welcher die beiden Wirkungen, Gährung und Intervertirung, aufhören, und daraus die zulässigen Schlüsse gezogen.

Fünf zugestöpselte Gläschen mit breiiger Bierhefe und Zuckerlösung wurden unter Wasser so langsam erwärmt, dass die Temperaturerhöhung über 5 ^{0} C. 7 — 11 Minuten in Anspruch nahm, und bei 50 ^{0}, 55 ^{0}, 60 ^{0}, 65 ^{0}, 70 ^{0} je ein Fläschchen herausgenommen. Hieraus ergiebt sich, wie lange eine jede Gährflüssigkeit auf den verschiedenen Temperaturstufen verweilte. Genau in derselben Weise wurde der organisirten Elemente gänzlich beraubter Hefeextract behandelt, so dass immer gleichzeitig zwei Fläschchen mit dem verschiedenen Inhalt herausgenommen wurden. Die betreffenden Proben Hefeextract wurden mit Rohrzuckerlösung vermischt, und nach 24, 48, 96 Stunden wurden die Mischungen auf Invertzucker untersucht. Diese Versuchsreihe ergab, dass die Hefe etwa bei 55 ^{0} C. oder etwas darüber ihre Fähigkeit, Gährung zu erregen und zu sprossen, verlor, während der Hefeextract ohne Schaden auf 60 ^{0} C. erwärmt werden konnte und erst bei 65 ^{0} eine entschiedene Einbusse seines Intervertirungsvermögens erlitten hatte. Die drei zuletzt herausgenommenen Fläschchen mit Hefegemisch zeigten, so lange sie gut verschlossen gehalten wurden, durchaus keine Gährung, das bei 55 ^{0} herausgenommene erst nach längerer Dauer, einige Zellen scheinen diese Temperatur überstanden zu haben. Das nur auf 50 ^{0} erwärmte zeigte sofort eine sehr starke Gährung [1]).

[1]) Hoffmann giebt als Tödtungstemperatur der Bierhefe einen bedeutend höheren Grad an (vergl. Landw. Jahresber. 18$\frac{66}{67}$ p. 101), während

Das Resultat dieses Versuchs erheischt eine weitere Einschränkung der Liebig'schen Hypothese, denn die Aufrechterhaltung derselben macht nun wieder eine neue Hypothese nothwendig, welche aussagt, dass das vom Hefeorganismus untrennbare Ferment, welches die Alkoholgährung des Zuckers veranlassen soll, bei erheblich niedrigerer Temperatur seine Wirksamkeit verliert, als jenes andere, und dass dies gerade die nämliche Temperatur ist, bei der auch die Lebenskraft der Hefe erlischt[1], mit anderen Worten, dass jenes Ferment überall nur zusammen bestehen kann mit dem lebenden Organismus, und im Augenblicke seiner Entfernung von diesem oder dessen Todes seine Wirksamkeit einbüsst. — Kurz, man erkennt durch Versuche in jeglicher Richtung, dass die Bedingungen des Zuckerzerfalls immer und immer an die Bedingungen des Lebens und Gedeihens des Hefepilzes geknüpft sind und nicht, wie der Vorgang der Intervertirung, von diesen letzteren unabhängig gemacht werden können, und es scheint mir keinen besseren Beweis dafür zu geben, dass eben die Zuckerzerlegung, so gut wie die Athmung für das Thier und alle höheren und die meisten niedrigen Pflanzen, als nothwendige Lebenserscheinung für den Hefepilz aufzufassen sei. Der unanfechtbar positive Beweis für diese Sachlage ist aber schwieriger, als die Widerlegung von der Auffassung des Sauerstoffverbrauchs des Thieres und der Pflanze als etwas Zufälligem, er ist schwieriger und voraussichtlich unmöglich, weil bei dem Hefepilz (und allen nicht Sauerstoff athmenden Pilzen) nach meiner

---

die Angaben Liebig's und Pasteur's mit dem hier Gefundenen sich in genügender Uebereinstimmung befinden.

[1]) Eine weitere Einschränkung würde dann auch noch in Anbetracht des bekannten Resultats des Lüdershoff'schen Versuches (Poggend. Annal. B. 67, p. 408) nothwendig sein, wodurch bewiesen ist, dass die blosse Zermalmung der Hefezellen jenem hypothetischen Fermente seine Wirkung raubte; und wenn es endlich wahr ist, was Reess (Botan. Untersuchungen etc. 1870, p. 29) gefunden zu haben glaubt, dass es Species von Hefepilzen giebt, welche Gährung bewirken, aber den Rohrzucker nicht zu intervertiren vermögen, so würde dies keine leichtwiegende Thatsache in derselben Richtung sein.

Auffassung Ernährung und Athmung sich gleichsam in einem und demselben Processe vollziehen, und es daher nicht gelingt, durch selbstständigen Ausschluss der Athmung deren Unentbehrlichkeit zu zeigen. Der Ausschluss des Zuckers versetzt den Hefepilz auch zugleich in den Hungerzustand, und der hier der Athmung vergleichbare Process kann eine Weile auf Kosten der Reservestoffe vollzogen werden. Das Fundamentalexperiment der Erstickung, das dort sofort entscheidet, ist also unmöglich.

Die von mir gewählte Anschauung beansprucht also, weil ich mich einer rein objectiven Darstellung zu befleissigen gewillt bin, nur einen ziemlich hohen Grad von Wahrscheinlichkeit, wie andererseits die andere nur als eine minder wahrscheinliche hingestellt werden soll. Man wird aber dann mit dieser Reserve, wenn es nicht gelingt, logische Fehler in der Argumentation aufzufinden, meiner Darstellung und Auffassung nicht entgegentreten können.

Nebenbei ersehen wir aus dieser Besprechung, welche Rolle jene Fermentwirkung, welche bei der alkoholischen Gährung des Rohrzuckers vor dem eigentlichen Beginne der Gährung eintritt und in der Intervertirung jenes Zuckers besteht, eigentlich spielt. Wir können dieselbe treffend mit der Wirkung der Verdauungsflüssigkeiten bei der thierischen Verdauung vergleichen. Diese treten aus dem organisch Inneren dieser Organismen in die Verdauungswege über und bereiten die dort befindliche organische Nahrung zur Resorption in jenes Innere vor, sind aber auch im Stande, diese Wirkung an irgend einem beliebigen anderen Orte und in der Retorte des Chemikers zu vollziehen. Dieselben sind in ihrer Wirkungsweise damit des eigentlichen physiologischen Zaubers entkleidet und jene rangirt unter einer besonderen Classe der chemischen Reactionen, unter den sogenannten Fermentwirkungen. Ebenso bereiten die Fermentkörper der Hefe durch die Intervertirung den Rohrzucker zur Aufnahme in die Hefezelle vor, wo dann erst die geheimnissvolle physiologische Wirkung ihren Anfang nimmt, die nicht mit jener allüberall zu wiederholenden in ihrem Wesen verwechselt werden darf.

Schliesslich hätte ich noch einige Bemerkungen in Betreff der Liebig'shen Anschauungen über das Wesen der Essigbildung zu machen. Dieselben werden sich auf das Aeusserste beschränken, da ich diesen Gegenstand nicht eigentlich experimentell bearbeitet, sondern nur gelegentliche Beobachtungen über denselben gemacht habe.

Liebig leugnet für die Essigbildung in alkoholischen Flüssigkeiten den von Pasteur und auch sonst ziemlich allgemein angenommenen Zusammenhang zwischen einem specifischen Organismus und dem Chemismus der Essigbildung ganz und gar[1]. Derselbe begründet diesen Standpunkt dadurch, dass nachweislich eine Oxydation von Alkohol zu Essigsäure auch bei Abwesenheit von Organismen stattfindet (Essigbildung durch Platinmoor); man schreibt hierbei dem anwesenden wirksamen Körper die Fähigkeit zu, den Sauerstoff auf den Alkohol zu übertragen. Was verhindert anzunehmen, dass der bei manchen Arten der Essigbildung betheiligte Organismus nicht auch nur die Rolle eines Sauerstoffträgers spielt, um so mehr als auch organische Stoffe nachweislich die Fähigkeit besitzen, den Sauerstoff der Luft auf an sich schwer organisirbare Körper zu übertragen? Ist es nicht vielmehr eine rein willkührliche Annahme, dass die specifische Organisation des Essigfermentes dabei eine Rolle spiele, und dass die Essigbildung nichts Anderes sei, als das Resultat des Stoffwechsels jenes niedrigen Organismus?

Es ist zunächst zuzugestehen, dass die Sachlage für die Essiggährung eine durchaus andere ist, als für die alkoholische. Dort kann der Process der Essigbildung im Wesentlichen bei Ausschluss von Organismen vor sich gehen; — Alkoholgährung ist niemals bei Ausschluss des Hefepilzes beobachtet worden. Allein durch diese Sachlage ist noch nicht bewiesen, dass die Organisation der Mycoderma aceti Nichts mit dem Vorgange der Essigbildung zu thun habe, denn mit demselben Rechte könnte man schliessen, die thierische Athmung sei ein unorganischer

---

[1] A. a. O. p. 56.

Process, da thatsächlich ganz analoge Verbrennungserscheinungen in der nicht organisirten Natur tagtäglich vor sich gehen.

Die Liebig'sche Anschauung der Sache kann allerdings nicht von vornherein verworfen werden[1], allein man kann verlangen, dass der kategorische Ausspruch durch Experimente gestützt werde, z. B. durch den Nachweis, dass eine Mycoderma-Decke durch Erhitzen auf 60° getödtet werden kann und doch noch die Rolle der Sauerstoffübertragung zu spielen im Stande ist.

Mit dem Hinweis auf die noch fehlende experimentelle Bearbeitung dieser Frage ist dann freilich zugestanden, dass auch Pasteur noch nicht den entscheidenden Beweis für seine Auffassung beigebracht hat, so wahrscheinlich er auch durch seine vielen und mannigfaltig abgeänderten Versuche die Richtigkeit derselben gemacht hat. Was mir am meisten für diese letztere zu sprechen scheint, ist die bekannte Thatsache, dass der Mycoderma aceti durchaus ähnliche Formen, wie Mycoderma vini, trotzdem dass sie in gleicher Weise Häute auf alkoholischen Flüssigkeiten bilden, einen ganz anderen Umsatz als jene bedingen, was von dem Liebig'schen Standpunkte aus schwer zu erklären sein dürfte. Weiter liesse sich die Essiggährung, als Resultat des Stoffwechsels eines niedrigen Organismus betrachtet, durchaus unter die vorhin aufgestellten Gesetzmässigkeiten für das Leben solcher Organismen unterordnen.

Die mikroskopische Prüfung eines einzigen Buchenholzspans aus einem Essigbildner wird wohl nicht ernstlich als die Basis einer experimentellen Beweisführung angesehen werden können, namentlich wenn man bedenkt, dass die essigbildenden Pilzzellen beinahe an der Grenze des mikroskopisch Wahrnehmbaren liegen. Uebrigens ist auch bekanntlich — und Pasteur hat dies oft und ausdrücklich bemerkt[2] — Essigmutter und Mycoderma aceti nicht ohne Weiteres mit einander zu identificiren, so wahrscheinlich ein genetischer Zusammenhang beider Formen auch sein mag.

Heidelberg, im August 1870.

---

[1]) Solche Anmassung dürfte in der That auf das Haupt ihres Urhebers zurückfallen. Red. —

[2]) Vergl. Études sur le vinaigre, 1868, p. 102.

Studien über die Superphosphate[1].

Von

Dr. R. Jones.

(Aus dem Laboratorium der Versuchsstation Kuschen.)

Man hielt es bis jetzt von vielen Seiten für ausgemacht, dass der bei der Einwirkung von Schwefelsäure auf basisch phosphorsauren Kalk vor sich gehende chemische Process erfolge nach der Gleichung:

$$(3\,CaO\;PO_5) + 2\,SO_3 + x\,HO = (2\,CaO\;SO_3) + (CaO\;2\,HO\;PO_5)$$

und darum in den Superphosphaten nur die aus dieser resultirenden Verbindungen vorkommen könnten. War die angewendete Schwefelsäure nicht genügend zur vollständigen Zersetzung des Phosphates, enthielt das Präparat noch einen Theil desselben in unzersetztem Zustande. Wenn dagegen die gefundene lösliche Phosphorsäure im Verhältniss zu der verwendeten Schwefelsäure so gering war, dass nicht alle Säure in der durch obige Gleichung angedeuteten Weise an die Basen gebunden werden konnte, nahm man (häufig nicht unbedeutende) Mengen freier Schwefelsäure in den Superphosphaten an. Auf diesem Standpunkte steht z. B. noch Otto in der neuesten Auflage seines Lehrbuches der Chemie.

Zwar fand Erlenmayer[2], dass die Verbindung ($CaO\;2HO\;PO_5$) im Wasser eine Zersetzung erleidet in ($2CaO\;HO\;PO_5$) und ($PO_5\;3HO$), ob er aber aus diesem Verhalten Schlüsse gezogen hat auf die nähere Zusammensetzung der Superphosphate, konnte ich nicht in Erfahrung bringen, da mir die betreffende Abhandlung unerreichbar blieb.

---

1) Inaugural-Dissertation. Eingegangen am 19. Dec. 1870. Red. —

2) Neues Jahrbuch f. Pharmacie Bd. VII. p. 359.

R. Weber dagegen sprach schon früher die Ansicht aus[1]), dass sämmtliche lösliche Phosphorsäure der Superphosphate in der Form von (PO_5 3 HO) vorhanden und darum der für dieses Präparat gebrauchte Name »saurer phosphorsaurer Kalk« ein ganz ungerechtfertigter sei.

Interessant war mir noch die Bemerkung Strohmeyers[2]), dass man zur Aufschliessung von (3 CaO PO_5) 2 Atome Schwefelsäure, oder wenn man sehr ökonomisch sein will, $1\frac{1}{2}$ Atome anzuwenden hat, um in Wasser löslichen phosphorsauren Kalk (CaO 2 HO PO_5) oder auch (3 CaO 3 HO 2 PO_5) zu erzeugen.

Fresenius[3]) scheint der erste gewesen zu sein, welcher es mit Entschiedenheit ausgesprochen hat, dass neben (CaO 2 HO PO_5) sich (PO_5 3 HO) in den Superphosphaten findet; über die Zusammensetzung des darin enthaltenen unlöslichen Phosphats lässt weder er noch Weber sich vernehmen.

Diese Frage dürfte Piccard zuerst angeregt haben[4]), welcher in seinen Abhandlungen zu folgenden Schlüssen kommt:

1) Zur vollständigen Zersetzung von 1 Aeq. des Salzes (3 CaO PO_5) sind 2 Aeq. Schwefelsäure oder Chlorwasserstoff erforderlich, nach der Gleichung:

$$(3\,CaO\,PO_5) + 2\,SO_3 + x\,HO = (CaO\,2\,HO\,PO_5) + 2\,(CaO\,SO_3).$$

2) Bei der Einwirkung von weniger als 2 Aeq. der Säure kann zweierlei geschehen.

a) Filtrirt man nach kurzer Einwirkung ab, wird die obiger Formel entsprechende Menge Phosphorsäure löslich, bei Anwendung von 1 Aeq. Schwefelsäure, also $\frac{1}{2}$ Aeq. Phosphorsäure.

b) Lässt man die Schwefelsäure mit dem Kalkphosphat längere Zeit in Berührung, tritt das gebildete saure Kalksalz mit dem unzersetzten basisch phosphorsauren Kalk in Wechselwirkung, nach der Gleichung:

$$(3\,CaO\,PO_5) + (CaO\,2\,HO\,PO_5) = 2\,(2\,CaO\,HO\,PO_5).$$

---

[1]) Poggendorff Annal. Bd. 109, p. 505.

[2]) Mittheilungen des Gewerbevereins f. Hannover 1866, p. 238.

[3]) Lehrbuch f. analyt. Chemie 2. Bd. 5. Aufl., p. 894. — Zeitschrift f. analyt. Chemie, Jahrg. 7, p. 369.

[4]) Landw. Versuchs-Stat. IX, 414. — Schweizer polytechn. Zeitschrift Bd. XI, p. 83 u. 156.

3) Derselbe Process vollzieht sich auch in unseren Superphosphaten; es ist deshalb unmöglich, den Werth eines solchen nach seinem Gehalt an löslicher Phosphorsäure zu beurtheilen, da ein solches Präparat neben wenig in Wasser löslichem viel aufgeschlossenes Phosphat enthalten kann.

Piccard sagt wörtlich: »Hieraus geht hervor, was beim ersten Blick als ein Paradoxon erscheinen mag, dass der Düngewerth eines Superphosphates mit der Abnahme seines Gehaltes an löslicher Phosphorsäure zunimmt, während man bekanntlich bei der Werthbestimmung dieses Düngers von dem Gegentheile ausgeht.«

Bei der grossen Wichtigkeit der hierdurch angeregten Frage für die Beurtheilung eines unserer wichtigsten Düngemittel unternahm ich auf Veranlassung des Herrn Dr. Peters folgende Versuche, deren nächster Zweck war, zu ermitteln, ob der Gehalt der Superphosphate bei längerer Aufbewahrung in der That sich erheblich vermindert, und wenn dies der Fall, womöglich einen klaren Einblick in die betreffenden Verhältnisse zu gewinnen.

Die nächste Aufgabe war natürlich die Herstellung eines reinen basisch phosphorsauren Kalkes. Dieselbe geschah durch Fällen einer Chlorcalciumlösung mit einer ammoniakalischen Lösung von neutralem phosphorsaurem Natron, und Auswaschen des Niederschlages mit heissem Wasser, bis das Waschwasser mit Silberlösung keine Reaction mehr gab.

Das Präparat enthielt in wasserfreiem Zustande:

CaO	54,267
PO_5	45,733
Summa	100,000.

Magnesia waren nur geringe Spuren vorhanden.

Von diesem Salze wurden 3 Portionen à 100 Grm. mit je 500 CC. Wasser angerührt, und mit abgemessenen Mengen concentrirter Schwefelsäure versetzt[1], so dass auf 1 Aeq. des Phosphates kamen:

bei I.	2	Aeq. Schwefelsäure
bei II.	1½	» »
bei III.	1	» »

[1] Das Nähere siehe Analyt. Belege.

Mit IV. wurde eine Mischung der Salze ($CaO\ 2HO\ PO_5$) und ($3\ CaO\ PO_5$) bezeichnet.

Das erstere Salz war durch Auflösen von ($3\ CaO\ PO_5$) in Phosphorsäure bereitet, und wurden 50 Grm. des zwischen Fliesspapier gepressten Präparates mit 100 Grm. des basischen Salzes gemischt und gleichfalls mit 500 CC. Wasser angerührt.

Sämmtliche 4 Superphosphate wurden im Wasserbade getrocknet, was, beiläufig gesagt, 3 Tage in Anspruch nahm, zerrieben, jedoch nicht gesiebt, und 1 Theil in mit Fliesspapier überdeckten Bechergläsern, ein anderer in mit Glasstöpseln versehenen Standgefässen aufbewahrt.

Sie enthielten in 100 Theilen:

	I.	II.	III.	IV.
CaO	31,859	34,162	37,294	38,239
PO_5	26,335	27,758	30,218	44,588
SO_3	31,579	25,071	19,327	—
HO	10,227	13,009	13,161	17,173
Summa	100,000	100,000	100,000	100,000

Je 50 Grm. dieser Präparate, am 15. Octbr. mit 500 CC. Wasser abgeschlämmt und, ohne zu filtriren, in mit Glasstöpseln verschlossenen Flaschen hingestellt, sollten dazu dienen, die Veränderungen im Gehalte an löslicher Phosphorsäure zu beobachten. Zu diesem Zwecke wurde von Zeit zu Zeit eine Probe mit der Pipette abgehoben, und ein gleiches Quantum Wasser nachgefüllt. Ausserdem wurden die Flaschen einmal täglich durchgeschüttelt.

Die Mengen der an den verschiedenen Tagen gefundenen löslichen Phosphorsäure, auf 100 berechnet, natürlich unter Berücksichtigung der durch das Nachgiessen von Wasser entstehenden Verdünnung der Lösung, zeigt folgende Tabelle:

Tag der Probeentnahme.	I.	II.	III.	IV.
15. Octbr.	20,212	?	0,831	2,431
19. »	20,852	11,769	?	?
23. »	20,999	11,783	?	?
11. Novbr.	22,237	11,915	0,868	1,719

Wie ersichtlich, nahm in den ersten drei Superphosphaten der Gehalt an löslicher Phosphorsäure zu, in IV verminderte er sich.

Die Phosphorsäure wurde stets als Magnesiasalz bestimmt, und zwar wurde der Niederschlag nicht, wie Kubel vorschlägt, noch einmal in Salpetersäure gelöst. Wenn man Sorge trägt, stets ein kohlensäurefreies Ammoniak zu verwenden, die Gläser, in denen die Fällung vorgenommen wird, gut zudeckt, und einen zu grossen Ueberschuss an Magnesialösung vermeidet, erhält man, wie neuerdings wieder Kissel bestätigt hat[1]), sehr genaue Resultate. Dagegen fallen dieselben, wie ich wiederholt Gelegenheit nahm, mich zu überzeugen, durch nochmaliges Auflösen und Fällen leicht etwas zu niedrig aus. Anfänglich beabsichtigte ich, sämmtliche Phosphorsäurebestimmungen durch Titriren mit Uranlösung nach Stohmann auszuführen, indessen gelang es mir nicht, damit scharfe Resultate zu erhalten, so dass ich mich genöthigt sah, die Bestimmungen, so weit es noch möglich war, auf gewichtsanalytischem Wege zu wiederholen, und erklären sich hieraus die in obiger Zusammenstellung enthaltenen Lücken.

Ehe ich näher auf dieses, wie ich gestehen muss, vollständig unerwartete Verhalten dieser Superphosphate eingehe, möchte es am Platze sein, einige Worte einzuschalten über die Form, in welcher Schwefelsäure und Phosphorsäure in den Superphosphaten überhaupt vorkommen.

Früher hatte ich eine stöchiometrische Controle meiner Superphosphatanalysen auf die Weise auszuführen versucht, dass ich alle lösliche Phosphorsäure als ($CaO\ 2HO\ PO_5$), die unlösliche dagegen als ($3CaO\ PO_5$) in Rechnung brachte, den Rest des Kalkes an Schwefelsäure band, und annahm, dass die übrige Schwefelsäure in freiem Zustande vorhanden sei. Es ergab sich so häufig eine nicht unbedeutende Menge derselben, trotzdem durch Schütteln mit Alkohol keine gelöst wurde. Dies veranlasste mich, über das gegenseitige Verhalten von Kalk, Schwefelsäure und Phosphorsäure folgende Versuche anzustellen:

1) Versetzt man Gyps mit Phosphorsäure, so lässt sich aus dem Gemische bald, gleichviel ob man kalt stehen lässt,

---

[1]) Zeitschrift für analyt. Chemie 1869, 2. Heft.

erwärmt oder zur Trockne verdampft, durch Schütteln mit Alkohol Schwefelsäure ausziehen. Gemäss dem Berthollet'schen Gesetz verdrängt die Phosphorsäure einen Theil der Schwefelsäure.

2) 1 Aeq. ($3 CaO PO_5$) mit 1 Aeq. Schwefelsäure (31 CC. titrirte Schwefelsäure, von der 10 CC. entsprachen 0,2845 SO_3, und 3,606 Grm. ($3 CaO PO_5$) von 4,269 Proc. Feuchtigkeitsgehalt) wurden 2 Stunden, ohne zu erwärmen, stehen gelassen. Der Alkoholauszug war frei von Schwefelsäure und Phosphorsäure.

3) 1 Aeq. ($3 CaO PO_5$) mit 2 Aeq. Schwefelsäure (3,063 Grm. ($3 CaO PO_5$), 54 CC. titrirte Schwefelsäure) wurden 2 Tage unter häufigem Umschütteln bei Seite gestellt und darauf 1 Theil der milchigen Flüssigkeit mit Alkohol versetzt und abfiltrirt. Das Filtrat enthielt weder Schwefelsäure noch Phosphorsäure.

4) Der Rest von 3) wurde im Wasserbade zur Trockne gebracht und der Rückstand mit Alkohol ausgezogen. Im Filtrat fand sich Phosphorsäure aber keine Schwefelsäure.

5) Als circa 6 Grm. einer ähnlichen Mischung von 1 Aeq. ($3 CaO PO_5$) mit 2 Aeq. Schwefelsäure im Wasserbade nach dem Austrocknen noch längere Zeit erwärmt, gleich nach dem Erkalten eine geringe Menge Wasser zugefügt und sofort abfiltrirt wurde, trübte sich die anfänglich klare Flüssigkeit nach kurzer Zeit, und nach Verlauf von 12 Stunden hatte sich ein krystallinischer Niederschlag von Gyps gebildet; ein Beweis von dem Vorhandensein von freier Schwefelsäure.

Es gelang also in einigen Fällen, in dem wässerigen Auszuge von Superphosphaten freie Schwefelsäure nachzuweisen, in dem alkoholischen dagegen nie. Eine einfache Erklärung scheint diese Thatsache dadurch zu finden, dass ($3 CaO PO_5$) einer alkoholischen Lösung von Schwefelsäure in kurzer Zeit sämmtliche Schwefelsäure entzieht und dafür Phosphorsäure an den Alkohol abgiebt. Die Exactheit der vielfach empfohlenen Methode zur Nachweisung resp. Bestimmung der freien Schwefelsäure in den Superphosphaten durch Ausziehung derselben mit Alkohol

erscheint demnach in einem etwas zweifelhaften Lichte. Der Nachweis von der Abwesenheit derselben scheint mir erst dann geführt, wenn aus der concentrirten und schnell filtrirten wässerigen Lösung sich kein Gyps abscheidet.

Freie Schwefelsäure dürfte übrigens bei ihrer grossen Verwandtschaft zum Kalk nur ausnahmsweise in den Superphosphaten vorkommen; die manchmal nicht unbedeutenden Mengen derselben, die sich bei Superphosphatanalysen aufgeführt finden, resultiren wohl auch selten aus der directen Bestimmung, sondern sind durch Rechnung gefunden, und könnte ihnen vielleicht mit mehr Recht die äquivalente Menge Phosphorsäure substituirt werden.

Dagegen tritt freie Phosphorsäure ziemlich regelmässig in den Superphosphaten auf, was sich auch aus der leichten Zersetzbarkeit des Salzes ($CaO\ 2HO\ PO_5$) hinreichend erklärt. Nach meinen Beobachtungen genügt zur Zersetzung desselben schon ein gelindes Erwärmen. Stehen nun einer quantitativen Bestimmung der freien Phosphorsäure im alkoholischen Auszuge ähnliche Bedenken entgegen, wie der der freien Schwefelsäure?

Eine weingeistige Lösung von Phosphorsäure wurde 2 Tage lang mit überschüssigem ($3CaO\ PO_5$) macerirt und nach dem Auswaschen mit Alkohol der Rückstand untersucht. Er enthielt:

PO_5	0,1444 Grm.
CaO	0,1697 »

In dem verwendeten Phosphat kamen nach der oben mitgetheilten Analyse auf das gleiche Quantum Kalk 0,1430 Grm. Phosphorsäure. *Das Kalksalz hatte also innerhalb 2 Tagen aus der alkoholischen Lösung keine Phosphorsäure aufgenommen.*

Ein anderes Bedenken wäre, ob vielleicht durch Alkohol das Salz ($CaO\ 2HO\ PO_5$) zersetzt wird? Durch den directen Versuch diese Frage zu beantworten war mir nicht möglich, da mir die Herstellung eines von freier Säure vollständig reinen Salzes nicht gelungen ist. Da aber nicht jedes Superphosphat, namentlich nicht solches mit geringem Gehalte an in Wasser löslicher Phosphorsäure, in Alkohol lösliche Phosphorsäure enthält, glaube ich obige Frage verneinen zu können.

Zur Berechnung der Constitution eines Superphosphates sind demnach neben der Kenntniss der Gesammtmenge der darin enthaltenen Säuren und Basen noch entweder die der in Wasser löslichen Säuren und Basen oder die der in Wasser und in Alkohol löslichen Phosphorsäure nöthig, natürlich unter Berücksichtigung von etwa vorhandener freier Schwefelsäure.

Den nachstehend ausgeführten Berechnungen liegen folgende Daten zu Grunde:

1) Constitution gleich nach dem Austrocknen:
Die Bestandtheile des Salzsäureauszugs, die in Wasser und in Alkohol lösliche Phosphorsäure.

2) Constitution nach der Aufbewahrung:
Die in Wasser und in Salzsäure löslichen Säuren und Basen.

Superphosphat I.

1 Aeq. (3 CaO PO_5) mit 2 Aeq. SO_3 aufgeschlossen.

Zusammensetzung.

	Gesammtmenge. 15. X. 66.	In Alkohol löslich. 15. X. 66.	In Wasser löslich. 15. X. 66.	In Wasser löslich. 11. XI 66.	Gesammtmenge. 10. VI. 67.	In Wasser löslich. 10. VI. 67.	
						Ohne Niederschlag.	Mit Niederschlag.
CaO	31,859	—	—	8,082	30,294	9,929	10,892
PO_5	26,335	3,220	20,212	22,237	25,571	23,147	23,444
SO_3	31,579	—	—	1,379	30,121	4,384	5,497
HO	10,227	—	—	—	14,014	—	—
Summa	100,000	—	—	—	100,000	—	—

In dem 1/2 Jahr lang aufbewahrten Superphosphate hatte sich aus der wässerigen Lösung ein Niederschlag ausgeschieden, der im Wesentlichen aus Gyps bestand; wenigstens konnte ein Gehalt an Phosphorsäure nicht mit genügender Sicherheit constatirt werden.

Die Constitution des Superphosphates zu den verschiedenen Zeiten war nach diesen Daten:

	Wasserhaltig.			Wasserfrei gedacht.		
	15. X. 66.	11. XI. 66.	10. VI. 67.	15. X. 66.	11. XI. 66.	10. VI. 67.
$CaO\ SO_3$	53,684	53,684	48,432	55,537	55,543	52,235
$SO_3\ HO$	—	—	1,975	—	—	2,130
$PO_5\ 3HO$	4,445	5,785	4,973	4,599	5,985	5,364
$2HO\ CaO\ PO_5$	28,001	29,738	32,695	28,967	30,768	35,263
$7HO\ 5CaO\ 4PO_5$	10,534	—	—	10,897	—	—
$3HO\ 3CaO\ 2PO_5$	—	5,373	—	—	5,560	—
$HO\ 2CaO\ PO_5$	—	2,072	—	—	2,144	—
$3CaO\ PO_5$	—	—	4,643	—	—	5,008
HO	3,336	3,348	7,282	—	—	—
Summa	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000

Die Existenz von Kalkphosphaten, die in ihrer Zusammensetzung zwischen dem neutralen und dem sauren Salze stehen, ist schon lange bekannt, man hat sie als Verbindungen beider Salze betrachtet, wofür auch der Umstand zu sprechen scheint, dass die verschiedenen Chemiker, welche sich mit ihrer Untersuchung beschäftigt haben, sie verschieden zusammengesetzt fanden. Ich muss es dahin gestellt lassen, ob die Zusammensetzung der im vorliegenden Falle vorhandenen unlöslichen Phosphate durch die angenommenen Formeln richtig ausgedrückt ist. Das Salz ($4PO_5\ 5CaO\ 7HO$) berechnet sich genau aus der Menge der unlöslichen Phosphorsäure (6,123) und des unlöslichen, nicht an Schwefelsäure gebundenen Kalkes (3,503). Die Verbindung ($2PO_5\ 3CaO\ 3HO$) ist diejenige, welche Raewsky durch Fällen einer wässerigen Lösung von ($CaO\ 2HO\ PO_5$) mit Alkohol erhielt und welche auch Strohmeyer[1]) in Superphosphaten beobachtet zu haben scheint.

Die allmälige Zunahme der löslichen Phosphorsäure, deren Menge betrug:

den 15. Octbr.	20,212	Proc.
» 19. »	20,852	»
» 23. »	20,999	»
» 11. Novbr.	22,237	»

gestattet den Einwand nicht, zu dem man sich vielleicht versucht fühlen möchte, dass der grosse Gehalt an Phosphorsäure in den unlöslichen Phosphaten eine einfache Erklärung dadurch

[1]) Mittheilungen des Gewerbevereins f. Hannover 1866, p. 238. — Wagner, Jahresber. 1866, p. 187.

fände, dass am ersten Tage der Untersuchung ($CaO\ 2HO\ PO_5$) noch nicht vollständig in Lösung übergegangen sei.

Der geringe Gehalt an Wasser in den Superphosphaten, der bei weitem nicht ausreicht, den Bedarf des Gypses an Krystallwasser zu decken, kann nicht auffallen, seit die Untersuchungen von Zeidler[1]) die schon früher bekannte Thatsache bestätigt haben, dass Gyps schon bei einer Temperatur von 90—96° 75 Proc. seines Krystallwassers verliert; ein Umstand, der, beiläufig gesagt, auch die Bestimmung des Feuchtigkeitsgehaltes der Superphosphate durch Austrocknen völlig illusorisch macht.

Das am 10. Juni untersuchte Superphosphat (in einem mit Fliesspapier bedeckten Glase aufbewahrt) enthielt freie Schwefelsäure, und dieser Umstand macht die aufgestellte Constitution etwas unsicher; denn es liegt auf der Hand, dass eben so gut, wie nach dem Abfiltriren, auch schon vor demselben eine Abscheidung von Gyps stattgefunden haben wird. Die Analyse muss daher das unlösliche Phosphat kalkärmer ergeben, als es in Wirklichkeit ist. Dasselbe entspricht nahezu der Formel ($3CaO\ PO_5$), denn es enthält:

	($3CaO\ PO_5$)	Das unlösliche Phosphat.	($2CaO\ PO_5$)
CaO . . .	2,516	2,164	1,677
PO_5 . . .	2,127	2,127	2,127.

Die dem unlöslichen Phosphat zu der Formel ($3CaO\ PO_5$) noch fehlenden 0,352 Grm. Kalkerde habe ich bei der Berechnung angenommen, wären schon vor dem Filtriren durch die freie Schwefelsäure gebunden worden. Es wurde daher diese Menge Kalkerde mit dem Aequivalente Schwefelsäure vom Gyps abgezogen, die letztere als Schwefelsäurehydrat in Rechnung gebracht, die Kalkerde dem unlöslichen Phosphat zugetheilt. Durch dieses, wenn immerhin willkürliche, Verfahren hoffe ich um so mehr der Wahrheit nahe gekommen zu sein, als auch die Zusammensetzung anderer Superphosphate, welche phosphorsäurereiche unlösliche Phosphate enthielten, bei längerem Aufbewahren eine Umwandlung dieser in lösliche Verbindungen und ($3CaO\ PO_5$) andeutet.

---

[1]) Mittheilungen des Gewerbevereins f. Braunschweig 1865, p. 91. — Wagner, Jahresber. 1866, p. 346.

Die Veränderungen, die dieses Superphosphat unter den verschiedenen Verhältnissen seiner Aufbewahrung erlitten hat, stehen in directer Beziehung zu seinem Wassergehalt.

Die Verminderung desselben beim Austrocknen im Wasserbade hatte ein Unlöslichwerden von Phosphorsäure und die Bildung unlöslicher, daran sehr reicher Phosphate zur Folge. In den Stand gesetzt, wieder Wasser aufzunehmen, sei es durch directen Zusatz, sei es durch allmälige Absorption aus der Luft, liess es die Zersetzung dieser unlöslichen Phosphate, vielleicht unter Mitwirkung der gebildeten freien Säure, langsam wieder vor sich gehen; es bildeten sich aus ihnen freie Phosphorsäure, saurer phosphorsaurer Kalk und phosphorsäureärmere unlösliche Phosphate, bis die vollendete Umwandlung der letzteren in die phosphorsäureärmste Verbindung (3 CaO PO_5) dem Löslichwerden von Phosphorsäure ein Ziel setzte.

Um die Bildung von unlöslichen Phosphaten, die in ihrer Zusammensetzung zwischen dem sauren und dem neutralen Kalkphosphat stehen, nochmals zu constatiren, und vielleicht noch einige Aufschlüsse über die Art der Einwirkung von 2 Aeq. Schwefelsäure auf 1 Aeq. (3 CaO PO_5) zu erhalten, wurden noch folgende Versuche angestellt:

1) 3,238 Grm. (3 CaO PO_5) mit 56,2 CC. titrirter Schwefelsäure [1]) im Wasserbade verdampft, 6 Stunden darin ausgetrocknet und nach 12 Stunden mit Wasser, resp. Salzsäure behandelt.

2) Dieselben Mengen Kalkphosphat und Schwefelsäure unter häufigem Umrühren 3 Tage lang in einem Becherglase kalt stehen gelassen.

Die Zusammensetzung dieser Präparate, wasserfrei gedacht, war folgende:

	1. In Wasser		2. In Wasser	
	löslich	unlöslich.	löslich	unlöslich.
CaO	13,658	22,121	11,415	24,349
SO_3	9,481	24,481	5,816	28,320
PO_5	22,078	8,181	24,241	5,859
Summa	45,217	54,783	41,472	58,528
Summa	100,000		100,000.	

[1]) Das Nähere siehe Analyt. Belege.

Constitution.

	1.	2.
CaO SO_3.	53,633	53,917
PO_5 3HO	5,298	7,206
2HO PO_5 CaO	27,471	28,511
7HO 5CaO $4PO_5$	8,205	—
3HO 3CaO $2PO_5$	—	0,801
HO 2CaO PO_5	5,393	9,565
Summa	100,000	100,000

Das lange Austrocknen im Wasserbade hatte hier denselben Effect gehabt wie oben; es war von einem Unlöslichwerden von Phosphorsäure und der Bildung eines daran sehr reichen unlöslichen Kalksalzes begleitet. Entsprechend der kürzeren Zeit des Austrocknens war die Umsetzung nicht in dem Grade vorgeschritten. Noch weniger war dies in dem gar nicht zur Trockne gebrachten Präparate der Fall, obgleich die Zeit von 3 Tagen genügt hatte, sämmtlichen basischen in neutralen phosphorsauren Kalk zu verwandeln. Unerwartet war mir auch hier das Vorhandensein einer, wenn auch geringen Menge (3 HO 3 CaO PO_5), da die Bedingungen seiner Bildung, höhere Temperatur und Verdampfen von Wasser, fehlen. Vielleicht entstand das Salz durch Zersetzung von (2 HO CaO PO_5) beim Verdünnen mit Wasser. Ueber den Wassergehalt geben diese Versuche keinen Aufschluss, da das Gesammtgewicht vor der Untersuchung nicht ermittelt war.

Superphosphat II.

1 Aeq. (3 CaO PO_5) mit $1^1/_2$ Aeq. SO_3 aufgeschlossen.

Zusammensetzung.

	Gesammtmenge. 15. X. 66.	In Wasser löslich. 19. X. 66.	In Alkohol löslich. 15. X. 66.	In Wasser löslich. 11. XI. 66.	Gesammtmenge. 10. VI. 67.	In Wasser löslich. 10. VI. 67.
CaO	34,162	—	—	5,119	35,527	5,975
PO_5	27,758	11,769	1,623	11,915	29,406	11,485
SO_3	25,071	—	—	1,426	26,392	3,209
HO	13,009	—	—	—	8,675	—
Summa	100,000	—	—	—	100,000	—

Constitution.

	Wasserhaltig.			Wasserfrei gedacht.		
	1. 19. X. 66.	2. 11. XI. 66.	3. 10. VI. 67.	1. 19. X. 66.	2. 11. XI. 66.	3. 10. VI. 67.
$CaO\ SO_3$	42,620	42,620	44,866	46,222	46,223	46,327
$PO_5\ 3\,HO$	2,240	2,022	2,802	2,430	2,193	2,893
$PO_5\ 2\,HO\ CaO$	16,719	17,220	15,581	18,132	18,676	16,089
$2\,PO_5\ 3\,CaO\ 3\,HO$	—	—	7,314	—	—	7,552
$PO_5\ 2\,CaO\ HO$	30,628	30,343	26,283	33,216	32,908	27,139
HO	7,793	7,795	3,154	—	—	—
Summa	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000.

In 1 und 2 berechnet sich das unlösliche Phosphat ungezwungen auf die Formel ($2\,CaO\ HO\ PO_5$), denn es kommen:

in 1 auf 12,612 CaO . . . . . 15,989 PO_5
in 2 auf 12,452 CaO . . . . . 15,843 PO_5.

Die Formel verlangt für die gleichen Kalkmengen:

in 1 . . . . 15,990 PO_5
in 2 . . . . 15,838 PO_5.

Die Zeit des Austrocknens war bei dem geringeren Zusatz von Schwefelsäure zu kurz gewesen, um die Bildung von einem so phosphorsäurereichen unlöslichen Phosphat zu ermöglichen, wie in Superphosphat I, was auch wieder zu dem Gehalt an Feuchtigkeit in Beziehung steht. Superphosphat I enthielt davon 10,227 Proc., Superphosphat II dagegen trotz des geringeren Gehalts an Schwefelsäure 13,009 Proc.

Die Zunahme der löslichen Phosphorsäure in 2 erklärt sich ganz einfach daraus, dass die freie Säure etwas ($2\,CaO\ HO\ PO_5$) auflöste, denn der Gehalt an freier Phosphorsäure hatte ab-, der an ($CaO\ 2\,HO\ PO_5$) zugenommen.

Die Gêsammtmenge der Phosphorsäure wurde, beide Präparate wasserfrei gedacht, in 3 um 0,267 Proc. höher gefunden als in 1. Diese Differenz reicht jedoch nicht hin, das Vorhandensein einer so bedeutenden Menge von ($3\,HO\ 3\,CaO\ 2\,PO_5$) zu erklären. Der Wassergehalt von 1 beträgt 13,009 Proc., der von 3 nur 8,675 Proc. Es sind somit von 100 Grm. Substanz 4,657 Grm. Wasser verdunstet, oder 35,798 Proc., und hiermit in schönem Einklange steht die Zunahme an freier Phosphorsäure neben einem geringeren Gehalte an ($CaO\ 2\,HO\ PO_5$), die Abnahme der löslichen Phosphorsäure und die Bildung eines phosphorsäurereichen unlöslichen Phosphats.

Superphosphat III.

1 Aeq. $3 CaO PO_5$ mit 1 Aeq. SO_3 aufgeschlossen.

Zusammensetzung.

	Gesammt-menge. 15. X. 66.	In Wasser löslich. 15. X. 66.	In Alkohol löslich. 15. X. 66.	In Wasser löslich. 11. XI. 66.	Gesammt-menge. 10. VI. 67.	In Wasser löslich. 10. VI. 67.
CaO	37,294	—	—	1,489	37,933	2,070
PO_5	30,218	0,831	0,107	0,868	30,745	0,618
SO_3	19,327	—	—	1,636	19,533	2,603
HO	13,161	—	—	—	11,789	—
Summa	100,000	—	—	—	100,000	—

Constitution.

	Wasserhaltig.			Wasserfrei gedacht.		
	15. X. 66.	11. XI. 66.	10. VI. 67.	15. X. 66.	11. XI. 66.	10. VI. 67.
$CaO SO_3$	32,856	32,856	33,206	36,227	36,227	36,052
$PO_5 3HO$	0,148	—	—	0,163	—	—
$PO_5 2HO CaO$	1,193	1,433	1,023	1,316	1,580	1,110
$PO_5 HO 2CaO$	54,835	54,917	56,481	60,462	60,552	61,321
$PO_5 3CaO$	1,661	1,488	1,397	1,832	1,641	1,517
HO	9,307	9,306	7,893	—	—	—
Summa	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000.

Die Differenzen in der näheren Zusammensetzung dieses Superphosphates sind so geringe, dass man sich versucht fühlen könnte, dieselben auf Rechnung etwaiger Ungleichheit des Materials und kleiner Fehler bei der Bestimmung zu setzen; da aber die hier ermittelten Zahlen eine Stütze finden in dem Befunde von Superphosphat I und II, habe ich keinen Anstand genommen, sie als genau zu betrachten und die entsprechenden Rechnungen auszuführen.

Bei der Aufbewahrung unter Wasser hatte sich der Gehalt an löslicher Phosphorsäure um 0,057 Proc. vermehrt, entsprechend dem Verschwinden der freien Phosphorsäure und der Verminderung des ($3 CaO PO_5$); eine geringe Menge derselben hatte zur Bildung von ($2 CaO HO PO_5$), der grössere Theil zu derjenigen von ($CaO 2 HO PO_5$) beigetragen.

Bei der Aufbewahrung im Becherglase waren analog Superphosphat II 2,482 Proc. Wasser verdunstet; in Uebereinstimmung hiermit hatte sich die lösliche Phosphorsäure um 0,213 Proc. vermindert; sie verband sich mit einem Theil des basischen Salzes zu neutralem phosphorsaurem Kalk.

Auch hier wurden, wie in Superphosphat I, noch einige weitere Versuche angestellt, um zu einer genaueren Einsicht in die beim Behandeln von 1 Aeq. ($3 CaO PO_5$) mit 1 Aeq. SO_3 vor sich gehenden Umsetzungen zu gelangen.

1) 4,208 Grm. ($3 CaO PO_5$) mit 32,5 CC. titrirter Schwefelsäure in einem Becherglase unter häufigem Umrühren 3 Tage lang kalt stehen gelassen und darauf mit Wasser resp. Salzsäure ausgezogen.

Die Resultate der Untersuchung waren:

	1. In Wasser		2. In Wasser	
	löslich.	unlöslich.	löslich.	unlöslich.
CaO	7,493	35,918	6,065	37,295
SO_3	5,784	14,828	5,032	16,108
PO_5	10,455	25,522	7,439	28,061
Summa	23,732	76,268	18,536	81,464
Summa	100,000		100,000	

Constitution:

	1.	2.
$CaO SO_3$	33,575	34,450
PO_5 3 HO	2,277	1,310
PO_5 2 HO CaO	13,789	10,187
PO_5 HO 2 CaO	21,678	33,421
PO_5 3 CaO	28,681	20,632
Summa	100,000	100,000.

In 1 waren die denkbar günstigsten Bedingungen zur Herstellung eines Superphosphates gegeben; dem entsprechend enthielt es auch von den drei mit 1 Aeq. SO_3 hergestellten Präparaten die grösste Menge löslicher Phosphorsäure. Die kurze Zeit des Abdampfens hatte aber doch schon genügt, einen Theil des ($CaO 2 HO PO_5$) zu zersetzen, und die bedeutende Menge von ($2 CaO HO PO_5$) giebt der Vermuthung Raum, dass dieses Salz nicht bloss durch Einwirkung des sauren auf das basische Phosphat sich bildet, sondern auch direct bei Einwirkung der Säure entsteht.

In 2 waren die Verhältnisse ähnlich dem Piccard'schen Versuche; es hat darum der geringere Gehalt an löslicher Phosphorsäure nichts Auffallendes, nur verdient noch hervorgehoben

zu werden, dass schon die geringe, hier vorhandene Wassermenge genügte zur Zersetzung des ($CaO\ 2HO\ PO_5$) in ($PO_5\ 3HO$) und ein unlösliches Phosphat.

Superphosphat IV.

Ein Gemisch aus ($CaO\ 2HO\ PO_5$) und ($3CaO\ PO_5$).

	Gesammt-menge. 15. X. 66.	In Wasser löslich. 15. X. 66.	In Wasser löslich. 11. XI. 66.	Gesammt-menge. 10. VI. 67.	In Wasser löslich. 10. VI. 67.
CaO	38,239	—	0,248	37,678	0,361
PO_5	44,558	2,430	1,719	43,657	1,485
HO	17,203	—	—	18,665	—
Summa	100,000	—	—	100,000	—

In Alkohol lösliche Phosphorsäure konnte am 15. October nicht nachgewiesen werden.

Aus der Gesammtmenge der gefundenen Stoffe berechnet sich, den oben ermittelten Wassergehalt zu Grunde gelegt, folgende ursprüngliche nähere Zusammensetzung:

$3CaO\ PO_5$	57,205	
$CaO\ 2HO\ PO_5$	30,245	darin lösliche PO_5 18,354
HO	12,550	
	100,000.	

Nach dem Austrocknen, resp. der verschiedenen Aufbewahrung ergiebt sich folgende Constitution:

	Wasserhaltig. 1. 15. X. 66.	Wasserhaltig. 2. 11. XI. 66.	Wasserhaltig. 3. 10. VI. 67.	Wasserfrei gedacht. 1. 15. X. 66.	Wasserfrei gedacht. 2. 11. XI. 66.	Wasserfrei gedacht. 3. 10. VI. 67.
$PO_5\ 3HO$	—	1,504	0,785	—	1,720	0,915
$PO_5\ 2HO\ CaO$	4,005	1,037	1,509	4,580	1,186	1,758
$PO_5\ HO\ 2CaO$	60,999	61,649	61,069	69,751	70,495	71,156
$PO_5\ 3CaO$	22,449	23,261	22,461	25,669	26,599	26,171
HO	12,547	12,549	14,176	—	—	—
Summa	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000.

Dass die lösliche Phosphorsäure in diesem Superphosphate sich fortwährend verminderte, selbst unter den verschiedenen Verhältnissen der Aufbewahrung, und trotzdem bei No. 3 eine, wenn auch nur unbedeutende Aufnahme von Wasser stattgefunden hatte, kann bei seinem hohen Gehalte an ($3CaO\ PO_5$) nicht auffallen. — Abgesehen davon, dass ein Theil des ($CaO\ 2HO\ PO_5$) in freie Phosphorsäure und ein unlösliches Phosphat zerfällt,

geht die Umwandlung in der von Piccard angegebenen Weise vor sich. Unschwer vorauszusehen ist, dass die Umsetzungen ihr Ende erreicht haben werden, wenn sämmtliche lösliche Phosphorsäure in die Form von neutralem Salz wird übergeführt worden sein.

Die Resultate dieser Untersuchung würden demnach folgende sein:

1) Die Superphosphate sind nicht unveränderliche Gemische von Gyps, saurem phosphorsaurem Kalk und unzersetztem basischem Kalkphosphat, sondern sie enthalten die lösliche Phosphorsäure in der Form von Phosphorsäurehydrat und saurem Kalksalz, die unlösliche als basisches und neutrales Phosphat und in seltneren Fällen in Verbindungen, die in ihrer Zusammensetzung zwischen dem neutralen und dem sauren Salze stehen. Schwefelsäure ist in ihnen in der Form von Gyps vorhanden und nur ausnahmsweise scheinen erhebliche Mengen freier Schwefelsäure darin vorkommen zu können.

2) Diese verschiedenen Verbindungen sind in einer fortwährenden Wechselwirkung begriffen. Die dabei stattfindenden Umsetzungen haben, je nach den äusseren Verhältnissen und der Menge der verwendeten Schwefelsäure, eine Zu- oder eine Abnahme der löslichen Phosphorsäure zur Folge.

3) Der letzte Fall tritt bei jedem Superphosphate ein, gleichviel, ob mit viel oder mit wenig Schwefelsäure bereitet, wenn dasselbe durch Austrocknen bei künstlicher Wärme oder durch langes Liegen in trockener Luft Wasser verliert. Ein Unlöslichwerden von Phosphorsäure findet ferner stets, und unabhängig von den Schwankungen im Wassergehalt, bei solchen Superphosphaten statt, welche noch viel basischen phosphorsauren Kalk enthalten in Folge einer zu geringen Menge zum Aufschliessen verwendeter Schwefelsäure.

4) Eine Vermehrung des Gehaltes an löslicher Phosphorsäure kann, selbstverständlich abgesehen von den Fällen, wo in Folge ungenügender Mischung oder zu dichter Beschaffenheit des Rohmaterials noch eine nachträgliche Aufschliessung erfolgt, nur vorkommen, wenn in einem mit viel Schwefelsäure bereiteten Superphosphate das unlösliche Phosphat eine Zusammensetzung

erlangt hat, in welcher es mehr Phosphorsäure enthält, als der Formel ($2 CaO HO PO_5$) entspricht. Die Zersetzung dieser unlöslichen Phosphate in freie Phosphorsäure, saures und neutrales Salz wird bedingt durch die Möglichkeit einer Aufnahme von Wasser.

NB. Die am 10. Juni 1867 untersuchte Probe von Superphosphat I scheint darauf hinzudeuten, dass auch schon neutraler phosphorsaurer Kalk sich unter günstigen Verhältnissen in basisches Salz und in Wasser lösliche Phosphorsäureverbindungen zersetzen kann.

Die Einwirkung der Schwefelsäure auf den basischen phosphorsauren Kalk findet nicht in der Weise statt, dass man dafür eine einfache Formel aufstellen und nach dieser das zu erhaltende Quantum löslicher Phosphorsäure berechnen könnte.

Nach der bis jetzt allgemein für gültig gehaltenen Formel:

$$2 SO_3 + (3 CaO PO_5) + xHO = (CaO 2 HO PO_5) + 2 (CaO SO_3)$$

müssten 100 Theile SO_3 88,75 Theile PO_5 in lösliche Form überführen.

Schon Piccard hat nachgewiesen, dass dies nicht der Fall ist, als er die Angabe Crum's prüfte, dass $1^1/_2$ Aeq. SO_3 genügen sollten, um 1 Aeq. ($3 CaO PO_5$) zu lösen.

Als er überschüssigen basisch phosphorsauren Kalk mit sehr verdünnter Schwefelsäure digerirte, fand er, dass 2 Aeq. SO_3 lösten:

a) von trockenem ($3CaO PO_5$):
nach $1/2$ Stunde . . . . $\frac{128}{155}$ Aeq.
» 3 Stunden . . . . $\frac{148}{155}$ »
» 20 » . . . . $\frac{136}{155}$ »

b) von frisch gefälltem, noch feuchtem Salz:
nach $1/2$ Stunde . . . . $\frac{136}{155}$ Aeq.
» 2 Stunden . . . . $\frac{140}{155}$ »
» 4 » . . . . $\frac{132}{155}$ »

Diese Versuche schliessen den Einwand nicht aus, dass 2 Aeq. SO_3 $\frac{207}{155}$ Aeq. ($3 CaO PO_5$) hätten lösen können, wie es Crum angiebt, wenn es nicht das überschüssige Phosphat verhindert hätte. Aus diesem Grunde übernahm ich es, dies Verhältniss gleichfalls einer Prüfung zu unterziehen.

1) Mit 1,55 Grm. ($3 CaO PO_5$), in 100 CC. Wasser zertheilt, wurden 35 CC. titrirte Schwefelsäure (= 0,800 SO_3) und nach

halbstündiger Einwirkung die zur Auflösung des Gypses nöthige Wassermenge (600 CC.) hinzugefügt. Nach vierstündigem Stehen bei gewöhnlicher Temperatur war trotz häufigen Umschüttelns keine vollständige Lösung erfolgt, ebenso wenig nach halbstündigem Kochen. Bei Zusatz von 17,5 CC. der titrirten Schwefelsäure zu der Flüssigkeit löste sich der Rückstand leicht und vollständig.

In einem genau ebenso ausgeführten Versuche wurde der Rückstand in einem Filter gesammelt, ausgewaschen, geglüht und gewogen, er betrug 0,009 Grm.; von 155 Grm. ($3CaO\,PO_5$) hatten sich somit 154 in 80 Grm. SO_3 gelöst, oder $\frac{154}{155}$ Aeq.

2) 1,55 Grm. ($3CaO\,PO_5$) wurden in einem Becherglase mit 35 CC. titrirter Schwefelsäure übergossen, nach zweistündiger Einwirkung abfiltrirt und ausgewaschen, zuerst mit kaltem, dann mit kochendem Wasser, bis das Ablaufende keine Reaction auf Schwefelsäure mehr gab; der Rückstand betrug 0,0628 Grm. Von 155 Grm. hatten sich somit 148,7 Grm. gelöst, oder $\frac{149}{155}$ Aeq.

3) 4,653 Grm. ($3CaO\,PO_5$) wurden mit 105 CC. titriter Schwefelsäure (= 2,400 SO_3) 6 Stunden lang unter Ersatz des verdampfenden Wassers im Sandbade erhitzt. Der ausgewaschene schwefelsäurefreie Rückstand wog 0,427 Grm. Von 155 Grm. ($3CaO\,PO_5$) waren somit 140,8 Grm. oder $\frac{141}{155}$ Aeq. in Lösung übergegangen.

2 Aeq. SO_3 vermögen also nicht 1 Aeq. ($3CaO\,PO_5$) in der Weise zu zersetzen, dass ausschliesslich lösliche Producte entstehen. Auf der anderen Seite aber findet sich bei der Einwirkung von 1 Aeq. SO_3 auf 1 Aeq. ($3CaO\,PO_5$) stets lösliche Phosphorsäure, selbst nach langem Erhitzen, obgleich man nach der Formel:

$$(3CaO\,PO_5) + SO_3 + xHO = (CaO\,SO_3) + (2CaO\,HO\,PO_5)$$

berechtigt wäre, das Gegentheil anzunehmen.

Bei den oben besprochenen Superphosphaten wurden unter den verschiedenen Verhältnissen von 100 Theilen Schwefelsäure folgende Mengen Phosphorsäure in in Wasser lösliche Verbindungen übergeführt:

	Verwendete Schwefelsäure:		
	2 Aeq.	1 1/2 Aeq.	1 Aeq.
1) 3 Tage lang im Wasserbade getrocknet	64,04	46,94	4,30
2) No. 1, mit Wasser angerührt, aufbewahrt	70,42	47,52	4,49
3) No. 1, 1/2 Jahr lang trocken aufbewahrt	77,83	43,52	3,16.
4) 6 Stunden lang getrocknet	65,01	—	—
5) Eben zur Trockne gebracht	—	—	50,72
6) Gar nicht eingedampft	71,01	—	35,19.

Auf gleiche Weise wurden einige Superphosphate des Handels berechnet. Da die meisten der in die Oeffentlichkeit gelangenden Analysen nicht in der Vollständigkeit mitgetheilt werden, welche zur Ausführung dieser Berechnung erforderlich ist, konnte ich allerdings nur, mit Ausnahme von 11 und 12, einen Theil derjenigen Untersuchungen benutzen, welche ich während meiner Thätigkeit als Assistent in Kuschen auszuführen Gelegenheit hatte.

Bei der Berechnung wurde selbstverständlich die Schwefelsäure, welche der ursprünglich vorhandene kohlensaure Kalk, Fluorcalcium etc. in Anspruch nahmen, abgezogen. Als in solchen Verbindungen vorhanden wurde derjenige Kalk angenommen, welcher nach Berechnung der Phosphorsäure als (Fe_2O_3 PO_5), resp. (Al_2O_3 PO_5), (3 CaO PO_5) und (3 MgO PO_5), welche Verbindungen unter dem Namen Phosphat zu verstehen sind, übrig blieb.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
Lösliche PO_5	10,09	5,01	6,93	12,85	8,96	7,09	14,37	12,64	14,07
Unlösliches	4,46	6,81	12,13	3,65	8,06	7,06	3,15	6,87	4,31
Fe_2O_3 (Al_2O_3) PO_5	0,69	1,04	9,82	0,73	4,01	0,96	0,72	8,33	4,49
CaO	21,52	24,22	23,81	20,55	23,49	21,26	25.30	22,93	20,81
MgO	?	0,55	?	?	?	?	0,35	0,52	0,38
PO_5 (ohne die an Fe_2O_3 (Al_2O_3) gebundene)	15,01	17,48	15,62	15,78	17,68	16,77	16,99	17,34	15,18
SO_3	22,55	18,22	22,76	22,98	19,16	16,82	29,31	28,12	30,69
SO_3 auf 155 Theile Phosphat	79,55	47,96	53,43	69,61	56,34	61,06	87,15	79,66	106,94
Lösliche PO_5 auf 100 Theile SO_3	58,73	41,54	45,77	63,33	57,84	47,90	67,84	53,49	54,41

(Die Fortsetzung der Tabelle siehe nächste Seite.)

	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.
Lösliche PO_5	12,87	21,43	8,0	9,34	19,22	8,82	8,67	11,58	10,25
Unlösliches	3,98	0,23	13,1	1,75	4,28	4,46	4,41	11,32	9,27
Fe_2O_3 (Al_2O_3) PO_5	0,36	0,18	—	10,02	1,77	1,01	1,17	6,09	6,82
CaO	20,67	24,06	18,5	21,44	28,77	23,82	23,78	21,97	22,20
MgO	0,26	1,59	1,5	Spuren	0,55	0,79	0,63	0,98	0,65
PO_5 (ohne die an Fe_2O_3 (Al_2O_3) gebundene)	16,48	22,78	16,1	13,61	21,22	17,84	17,52	14,96	13,53
SO_3	22,11	25,29	15,6	24,55	30,44	20,87	20,71	25,63	25,21
SO_3 auf 155 Theile Phosphat	85,02	80,64	57,51	66,01	77,08	60,26	59,69	70,99	64,42
Lösliche PO_5 auf 100 Theile SO_3	64,84	84,74	59,70	55,20	79,98	57,24	57,49	65,95	68,11.

1. Superphosphat aus Knochenmehl.
2. » » Knochenkohle.
3. » » Bakerguano (angeblich).
4. » » Knochenkohle.
5. » » » und Phosphorit.
6. » » Knochenmehl.
7. » » Knochenkohle.
8. » » Phosphorit.
9. » » Knochenkohle und Phosphorit.
10. » » Knochenmehl.
11. » » Bakerguano (Dr. Bretschneider).
12. Phosphoammonicalguano (Hering).
13. Superphosphat aus Navassaguano.
14. » » Estremaduraphosphat.
15. » » Knochenmehl.
16. » » »
17. » » Knochenkohle und Phosphorit.
18. » » » » »

Die theoretische Ausbeute von 88,75 löslicher Phosphorsäure auf 100 Theile Schwefelsäure wurde bei keinem Superphosphate erreicht, dagegen die bei meinen Versuchen erzielte höchste von 77,83 in 2 Fällen übertroffen, und dies kann auch nicht auffallen, wenn man die bei ersteren obwaltenden ungünstigen Verhältnisse berücksichtigt.

Der Werth der einzelnen Rohmaterialien für die Superphosphatbereitung ist nach dieser Zusammenstellung ein sehr

verschiedener, und nicht allein abhängig von ihrem Phosphorsäuregehalte. Obenan und sich ziemlich gleich stehen Bakerguano und Estremaduraphosphat, deren hoher Gehalt an phosphorsaurem Kalk eine zu grosse Menge schädlich wirkender Verbindungen ausschliesst. Das Knochenkohlensuperphosphat steht entschieden hinter beiden zurück in Bezug auf das Verhältniss zwischen der auf das Phosphat wirkenden Schwefelsäure und der löslichen Phosphorsäure. Im Navassaguano und Lahnphosphorit wirkt der hohe Gehalt an Eisenoxyd und Thonerde nachtheilig, und dürfte es sich wohl der Mühe lohnen, zu untersuchen, in welcher Weise die Schwefelsäure auf das in ihnen enthaltene oder sich bildende phosphorsaure Eisenoxyd, resp. Thonerde, einwirkt. Ein beträchtlicher Theil desselben, bei den von mir untersuchten Superphosphaten circa $^1/_4$, geht mit in die wässerige Lösung über; wird derselbe nur durch die freie Säure in Lösung erhalten, bilden sich hier, analog der Kalkverbindung, saure Salze, oder aber, ist das Eisenoxyd, resp. Thonerde als schwefelsaures Salz gelöst?

Es ist Piccard's Verdienst, die Aufmerksamkeit der Agriculturchemiker darauf gelenkt zu haben, dass die Superphosphate einen Theil ihrer unlöslichen Phosphorsäure gleichfalls als aufgeschlossenes Phosphat enthalten. Dass dies bei allen in der That der Fall ist, lehrt ein Blick auf folgende Zusammenstellung von Analysen, von denen die erste von Dr. Bretschneider, die übrigen von mir ausgeführt sind.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.
							In Wasser löslich.							
Fe_2O_3 (Al_2O_3) PO_5	—	1,18	0,13	—	—	0,403	0,413	—	—	—	—	—	1,635	1,883
CaO	14,44	3,35	8,36	6,565	8,851	7,811	7,245	4,98	4,97	6,50	7,49	7,44	6,600	5,891
MgO	1,49	—	0,41	—	—	—	—	—	—	0,51	0,55	0,52	0,503	0,645
SO_3	13,70	1,91	3,87	6,668	7,717	8,436	6,170	6,04	5,08	9,55	7,78	7,92	5,409	5,288
PO_5 [1]	21,43	8,51	19,19	7,216	11,442	10,821	14,777	6,10	6,53	3,75	8,82	8,67	11,582	10,251.
							Gesammtmenge.							
Unlösliches	0,23	1,75	4,28	4,296	4,516	3,349	3,582	2,48	4,35	4,67	4,46	4,41	11,318	9,265
Fe_2O_3 (Al_2O_3) PO_5.	0,18	10,02	1,77	1,796	1,222	1,086	1,479	1,20	1,54	0,56	1,01	1,17	6,093	6,819
CaO	24,06	21,44	28,77	30,686	31,927	25,482	24,693	24,14	27,52	21,42	23,82	23,78	21,965	22,179
MgO	1,59	Spuren	0,55	0,550	0,391	0,412	0,474	0,41	0,36	0,54	0,79	0,63	0,976	0,647
SO_3	25,29	24,55	30,44	29,016	28,198	30,812	27,590	16,91	21,56	17,01	20,87	20,71	25,634	25,210
PO_5 [1]	22,78	13,61	21,22	18,110	21,417	15,867	21,227	18,93	19,89	17,39	17,84	17,52	14,965	13,531.
				Auf 100 Theile Kalk [2] des unlöslichen Phosphats kommen Phosphorsäure [3]:										
	81,81	227,7	101,5	117,8	107,4	195,2	206,9	105,9	116,1	140,0	122,0	117,4	181,1	140,0.

[1]) Ohne die an Fe_2O_3, resp. Al_2O_3 gebundene PO_5.

[2]) MgO wurde auf die äquivalente Menge CaO berechnet.

[3]) Auf 100 Theile CaO kommen PO_5:

in ($3CaO\ PO_5$) 84,5
in ($2CaO\ HO\ PO_5$) 126,8
in ($CaO\ 2HO\ PO_5$) . . . . 253,6.

1. Superphosphat aus Bakerguano (Dr. Bretschneider).
2. » » Navassaphosphat.
3. » » Estremaduraphosphat.
4.— 9. » » Knochenkohle.
10.—12. » » Knochenmehl.
13. 14. » » Knochenkohle und Phosphorit.

Auf absolute Genauigkeit können natürlich die für das unlösliche Phosphat berechneten Zahlen keinen Anspruch machen, da einmal die an Eisenoxyd und Thonerde gebundene Phosphorsäure, die theilweise nur bei der Analyse in dieser Verbindungsform gefunden wird, ausser Rechnung gelassen werden musste, und dann auch, weil in den meisten Fällen die Magnesia in den wässerigen Auszügen nicht bestimmt worden ist, und als natürliche Folge der leichten Löslichkeit ihres Schwefelsäuresalzes geht der grösste Theil derselben in die wässerige Lösung über. Die Menge der auf 100 Theile Kalkerde kommenden Phosphorsäure wird also in allen Fällen noch etwas grösser sein.

Wenn, wie ich in Vorstehendem genügend glaube nachgewiesen zu haben, die Schwefelsäure in der Weise auf den basisch phosphorsauren Kalk einwirkt, dass neben Phosphorsäurehydrat und saurem phosphorsaurem Kalk noch unlösliche Phosphate sich bilden, die bedeutend reicher sind an Phosphorsäure, als der basisch phosphorsaure Kalk, so liegt auf der Hand, dass die Löslichkeit dieser sogenannten halbaufgeschlossenen Phosphate in der Ackerkrume eine grössere sein muss, als die der in den Rohmaterialien enthaltenen Phosphorsäureverbindungen, und die unlösliche Phosphorsäure der Superphosphate sich nicht wie Sand in derselben verhalten kann, wie von einer Seite behauptet worden ist. Ist aber ihre Wirksamkeit eine grössere, so ist es eine Forderung der Billigkeit, sie bei der Taxirung der Superphosphate mit zu berücksichtigen.

In den angeführten 14 Analysen sind nur 2, die des Bakerguano- und des Estremadura-Superphosphats, in denen das unlösliche Phosphat weniger als die Hälfte der unlöslichen Phosphorsäure als neutrales Salz enthält, in 6 Fällen steht es in seiner Zusammensetzung sogar zwischen dem sauren und dem neutralen Phosphat. Berücksichtigt man nun, dass dieses stets

solche Superphosphate sind, welche im Verhältniss zur verwendeten Schwefelsäure wenig in Wasser lösliche Phosphorsäure enthalten, so sieht man ein, dass in einzelnen Fällen durch den jetzt üblichen Modus der Berechnung der Fabrikant stark benachtheiligt werden muss.

Piccard geht entschieden zu weit, wenn er behauptet, dass der Werth eines Superphosphates zunimmt, wenn sich sein Gehalt an löslicher Phosphorsäure vermindert, aber in dem Masse, als die lösliche Phosphorsäure verschwindet, kann der Werth eines Superphosphates unmöglich abnehmen. Denn:

1) Der hierbei entstehende neutrale phosphorsaure Kalk hat die physikalische Beschaffenheit eines frisch gefällten Niederschlags.

2) Der neutrale phosphorsaure Kalk ist in vielen schwachen Lösungsmitteln, namentlich in Salzlösungen, leichter löslich als der basische (Liebig).

3) Dieselben Agentien, welche aus dem basischen Salze auf 100 Theile Kalkerde 84,5 Theile Phosphorsäure auflösen, führen in dem neutralen Salz auf die gleiche Kalkmenge 126,8 Theile Phosphorsäure in Lösung über.

Wenn man berücksichtigt, dass in fast allen Superphosphaten der grösste Theil der unlöslichen Phosphorsäure in Form von halbaufgeschlossenem Phosphat enthalten ist, wird die Forderung nicht zu weit gehend erscheinen, der unlöslichen Phosphorsäure derselben den gleichen Werth wie der im Knochenmehl und dem gefällten phosphorsauren Kalk enthaltenen einzuräumen.

Es würde sich dieser Vorschlag wenigstens so lange als Auskunftsmittel empfehlen, bis

1) die Ermittelung der Zusammensetzung des unlöslichen Phosphats in den Superphosphaten auf eine einfachere Weise als bisher möglich ist,

2) eingehende Untersuchungen den landwirthschaftlichen Werth des neutralen phosphorsauren Kalkes und der phosphorsäurereicheren unlöslichen Phosphate festgestellt haben.

Analytische Belege.

1) 2,358 Grm. $3\,CaO\,PO_5$ gaben bei schwachem Glühen 2,084 Grm. wasserfreie Substanz.

2) 10 CC. concentrirte Schwefelsäure wurden auf 100 CC. verdünnt; 10 CC. dieser verdünnten Säure neutralisirten 50,8 CC. Normallauge, von welcher 8,5 CC. entsprachen 0,2293 Grm. SO_3; folglich 100 CC. concentrirte Schwefelsäure = 137,04 Grm. SO_3.

$^2/_3$ Aeq. $3\,CaO\,PO_5 + x\,HO$ = 116,92 Grm.
$^4/_3$ » $SO_3 + x\,HO$ = 38,9 CC.

Superphosphat I. 116,92 Grm. $3\,CaO\,PO_5 + x\,HO$; 38,9 CC. $SO_3 + x\,HO$.
» II. 116,92 » » » » ; 28,2 » » »
» III. 116,92 » » » » ; 19,4 » » »
» IV. 100 Grm. » » » .
50 Grm. $CaO\,2\,HO\,PO_5$.

Je 50 Grm. der getrockneten Präparate mit 500 CC. angerührt 15. October, und unter täglichem Umschütteln in mit Glasstöpseln verschlossenen Flaschen hingestellt. Nach jeder Probeentnahme wurde ein der entnommenen Probe gleiches Quantum Wasser nachgefüllt.

I.	II.	III.	IV.
15. October entnommen 100 CC.			
10 CC. = 0,316 Grm. $2\,MgO\,PO_5$	—	—	25 CC. = 0,095 Grm. $2\,MgO\,PO_5$.
19. October entnommen 25 CC.; verdünnt auf 100 CC.			
25 CC. = 0,163 Grm. $2\,MgO\,PO_5$.	0,092 Grm.	—	—
23. October entnommen 25 CC.; auf 100 CC. verdünnt.			
20 CC. = $2\,MgO\,PO_5$: 0,1245.	0,125.	0,070	—

11. November die ganze Flüssigkeit abfiltrirt, und bei I u. II 10 CC, bei III u. IV 25 CC. zu jeder Bestimmung benutzt.

	I.	II.	III.	IV.	
$CaO\,CO_2$	0,104	0,066	0,037	0,0075	50 CC. lieferten:
	0,1045	0,0665	0,0385	0,008	$CaO\,CO_2$ 0,0165.
	0,104	0,067	0,0385	0,0085	
$2\,MgO\,PO_5$	0,252	0,1345	0,025	0,0495	
	0,251	0,135	0,024	0,0475	
	0,2515	0,134		0,0485	
$BaO\,SO_3$	0,029	0,0305	0,0855		
	0,0295	0,0295	0,0865		
	0,0285				

Salzsäureauszüge, angefertigt 15. October 1866.

Superphosphat I. 10,019 Grm. in HCl gelöst und auf 500 CC. gebracht. 10 CC. lieferten: $CaO\,CO_2$ 0,114, 0,114; $2\,MgO\,PO_5$ 0,0825, 0,0825; $BaO\,SO_3$ 0,186, 0,185, 0,182.

Superphosph. II. 10,024 Grm. in HCl gelöst und auf 500 CC. gebracht.
25 CC. lieferten: BaO SO_3 0,369, 0,365.
10 CC. lieferten: CaO CO_2 0,121, 0,121, 0,125; 2 MgO PO_5 0,086, 0,088;
BaO SO_3 0,147, 0,145.

Superphosph.III. 10,014 Grm. in HCl zu 500 CC. gelöst.
25 CC. lieferten: BaO SO_3 0,280, 0,275.
10 CC. lieferten: BaO SO_3 0,113, 0,116; CaO CO_2 0,1325, 0,134, 0,134, 0,133;
2 MgO PO_5 0,094, 0,0945, 0,095, 0,095.

Superphosph. IV.: 10,006 Grm. in HCl zu 250 CC. gelöst.
10 CC. lieferten: CaO CO_2 0,274, 0,274, 0,272;
2 MgO PO_5 0,278, 0,279, 0,280.

Alkoholauszüge, angefertigt 15. October 1866.

Die abgewogene Substanz wurde in einer Porzellanschale mit absolutem Alkohol zerrieben, auf ein Filter geschlämmt und so lange mit Alkohol ausgewaschen, bis ein kleiner Theil des Filtrats, gesondert aufgefangen, verdampft und mit einem Tropfen Wasser versetzt, nicht mehr sauer reagirte. Die abgedampften Auszüge wurden mit Ammoniak übersättigt und mit Magnesialösung gefällt.

Superphosphat	I	2,284	Grm. lieferte	0,115	Grm.	2 MgO PO_5
»	II	2,267	» »	0,0575	»	2 MgO PO_5
»	III	2,381	» »	0,004	»	2 MgO PO_5
»	IV	lieferte keinen sauer reagirenden Rückstand.				

Wasser- und Salzsäureauszüge, angefertigt 10. Juni 1867.

Superphosphat I.

9,447 Grm. mit Wasser zu 500 CC. ausgewaschen.
20 CC. lieferten: CaO CO_2 0,067, 0,067; 2 MgO PO_5 0,136, 0,1375;
BaO SO_3 0,0485, 0,048.

In der Lösung hatte sich nach 24 Stunden ein krystallinischer Niederschlag gebildet; dieselbe war daher vor der Untersuchung bis auf 100 CC. abgegossen worden. Das Zurückbleibende wurde mit Salzsäure versetzt und auf 200 CC. gebracht.
40 CC. lieferten: CaO CO_2 0,0735, 0,0735; 2 MgO PO_5 0,139, 0,138;
BaO SO_3 0,0605, 0,0605.
7,8795 Grm. in Salzsäure zu 500 CC. gelöst.
20 CC. lieferten: CaO CO_2 0,171, 0,170; 2 MgO PO_5 0,126, 0,136 (?).
10 CC. » BaO SO_3 0,1395, 0,137.

Superphosphat II.

8,493 Grm. mit Wasser zu 500 CC. ausgewaschen.
20 CC. lieferten: CaO CO_2 0,0365, 0,0360; 2 MgO PO_5 0,0610, 0,0610;
BaO SO_3 0,0315, 0,0320.

6,7975 Grm. in Salzsäure zu 500 CC. gelöst.
20 CC. lieferten: $CaO\ CO_2$ 0,172, 0,173; $2MgO\ PO_5$ 0,125, 0,125.
10 CC. » $BaO\ SO_3$ 0,1065, 0,1025.

Superphosphat III.

10,615 Grm. mit Wasser zu 500 CC. ausgewaschen.
50 CC. lieferten: $BaO\ SO_3$ 0,0805, 0,0805; $CaO\ CO_2$ 0,0390, 0,0395; $2MgO\ PO_5$ 0,0105, 0,0100.
5,8775 Grm. mit Salzsäure zu 500 CC. gelöst.
20 CC. lieferten: $BaO\ SO_3$ 0,131, 0,1365; $CaO\ CO_2$ 0,159, 0,1595; $2MgO\ PO_5$ 0,1135, 0,1125.

Superphosphat IV.

14,3665 Grm. mit Wasser zu 500 CC. ausgewaschen.
50 CC. lieferten: $CaO\ CO_2$ 0,0095, 0,009; $2MgO\ PO_5$ 0,033, 0,0325.
5,1555 Grm. mit Salzsäure auf 250 CC. gebracht.
10 CC. lieferten: $CaO\ CO_2$ 0,1385, 0,139; $2MgO\ PO_5$ 0,1415, 0,140.

Zu Superphosphat I.

1 Aeq. $3CaO\ PO_5$ mit 2 Aeq. SO_3 zur Trockne verdampft, 6 Stunden im Wasserbade ausgetrocknet, und nach 12 Stunden in Wasser, resp. Salzsäure gelöst.
10 CC. titrirte Schwefelsäure = $BaO\ SO_3$ 0,825, 0,828, 0,826.
1,2885 Grm. ($3CaO\ PO_5$) lieferten nach schwachem Glühen 1,2335 Grm.

I.

3,238 Grm. $3CaO\ PO_5$ und 56,2 CC. titrirte Schwefelsäure.
Wässerige Lösung 250 CC.
50 CC. lieferten: $CaO\ CO_2$ 0,2255, 0,2255; $BaO\ SO_3$ 0,2535, 0,2565; $2MgO\ PO_5$ 0,3175, 0,3205.
Der Rückstand der wässerigen Lösung in Salzsäure zu 250 CC. gelöst.
50 CC. lieferten: $CaO\ CO_2$ 0,364, 0,366; $BaO\ SO_3$ 0,661, 0,6565; $2MgO\ PO_5$ 0,117, 0,119.

II.

1 Aeq. $3CaO\ PO_5$ (3,238 Grm.) mit 2 Aeq. SO_3 (56,2 titr. SO_3) 3 Tage in einem Becherglase unter häufigem Umrühren kalt stehen gelassen.
Wasserige Lösung 250 CC.
50 CC. lieferten: $CaO\ CO_2$ 0,1895, 0,1865; $BaO\ SO_3$ 0,158, 0,154; $2MgO\ PO_5$ 0,3495, 0,350.
Der Rückstand der wässerigen Lösung in Salzsäure zu 250 CC. gelöst.
50 CC. lieferten: $CaO\ CO_2$ 0,401, 0,4005; $BaO\ SO_3$ 0,7575, 0,7635; $2MgO\ PO_5$ 0,0845, 0,084.

Zu Superphosphat III.

I.

1 Aeq. $3 CaO PO_5$ (4,208 Grm.) mit 1 Aeq. SO_3 (36,5 CC. titrirte SO_3) eben zur Trockne verdampft, und nach 12 Stunden in Wasser, resp. Salzsäure gelöst.

Wässerige Lösung 250 CC.

50 CC. lieferten: $CaO CO_2$ 0,133, 0,136; $BaO SO_3$ 0,171, 0,1685; $2 MgO PO_5$ 0,1655, 0,1645.

Der Rückstand in Salzsäure zu 250 CC. gelöst

50 CC. lieferten: $CaO CO_2$ 0,6465, 0,6465; $BaO SO_3$ 0,4355, 0,4335; $2 MgO PO_5$ 0,3735, 0,3735.

II.

1 Aeq. $3 CaO PO_5$ (3,744 Grm.) mit 2 Aeq. SO_3 (32,5 titr. SO_3) 3 Tage lang in einem Becherglase unter häufigem Umrühren kalt stehen gelassen:

Wässerige Lösung 250 CC.

50 CC. lieferten: $CaO CO_2$ 0,0965, 0,0965; $BaO SO_3$ 0,129, 0,1315; $2 MgO PO_5$ 0,1045, 0,103.

Der Rückstand in Salzsäure zu 250 CC. gelöst

50 CC. lieferten: $CaO CO_2$ 0,5925, 0,5935; $BaO SO_3$ 0,4175, 0,4175; $2 MgO PO_5$ 0,3915, 0,3895.

Ueber die Zusammensetzung und Menge der dem Acker nach der Ernte verbleibenden Stoppel- und Wurzelrückstände.

Von

Dr. H. Weiske in Proskau.

Nach jeder Ernte hinterbleiben dem Acker bekanntlich eine gewisse Menge Stoppeln und Wurzeln, welche für die Fruchtfolge insofern von Bedeutung sind, als sie dazu beitragen, den Boden an gewissen Pflanzennährstoffen absolut oder relativ reicher zu machen. Während der organische Theil dieser Rückstände den Boden absolut und zwar vor Allem an C und N bereichert, findet durch den anorganischen Theil derselben eine directe Vermehrung nicht statt, da ja alle die in den Rückständen ent-

haltenen mineralischen Bestandtheile erst dem Boden entnommen sind; jedoch haben dieselben jedenfalls insofern eine zu beachtende Bedeutung, als sie theilweise aus dem Untergrund stammen und sich besonders nach der Zersetzung der Rückstände in einer der Pflanze zugänglicheren Form befinden, also nach Art der Gründüngung wirkend gedacht werden können. Von einzelnen dieser Stoppel- und Wurzelrückstände liegen bereits Analysen vor, doch ist deren Zahl verhältnissmässig noch sehr gering und oft nur der Gehalt an organischer Substanz in Rechnung gezogen.

Um daher eine möglichst vollständige Beurtheilung über die dem Acker nach der Ernte in Form von Stoppel- und Wurzelrückständen verbleibenden Nährstoffe zu gewinnen, wurden im Herbste des Jahres 1869 auf hiesigen Versuchs-Feldern von Dr. Werner und mir die Stoppeln und Wurzeln der verschiedensten Culturpflanzen gesammelt und auf hiesiger Versuchs-Station unter Mitwirkung der Assistenten E. Schmidt und E. Wildt sowohl in Bezug auf Quantität als Qualität einer eingehenden Untersuchung unterworfen.

Zur Gewinnung des erforderlichen Materials wurden auf den betreffenden Feldern nach der Ernte an 2 resp. 4 verschiedenen Stellen genau 4 □′ Boden 10″ tief, als durchschnittliche Tiefe der Ackerkrume, unter jedesmaliger Anwendung eines für diesen Zweck gefertigten Schemas, ausgegraben, gesammelt und die in jeder dieser Flächen enthaltenen Stoppeln und Wurzeln mittelst vorsichtigen Abschlämmens der Erde durch ein feines Sieb und Auslesens der Steine von anhängenden Unreinigkeiten befreit. Nachdem auf diese Weise die gewünschte Reinheit erlangt war, wurden die Stoppeln und Wurzeln jeder einzelnen Pflanzengattung an der Luft getrocknet, zerschnitten, gleichmässig gemengt und die Quantität von je 4 resp. 2 × 4 □′ Boden in Leinwandsäckchen gewogen und aufbewahrt. Nach jedesmaligem Wiegen eines Sackes wurde aus demselben sofort eine Probe zur Bestimmung des Gehaltes an wasserfreier Substanz herausgenommen, feiner zerschnitten und im H Strom bei 100 ° C. getrocknet.

Die hierbei erzielten Resultate waren folgende:

Name der Pflanzen.	Zahl der ausgegrabenen □'	Gewichte der ausgegrabenen Stoppel- und Wurzelrückstände: Sack I. luft-trocken.	Sack I. HOfrei.	Sack II. luft-trocken.	Sack II. HOfrei.	Mittel von I u. II. luft-trocken.	Mittel von I u. II. HOfrei.	pro Morgen ℔.
Luzerne	2 × 4	409,0 Grm.	358,1 Grm.	542,0 Grm.	497,4 Grm.	475,8 Grm.	427,8 Grm.	5544 ℔.
Rothklee	2 × 4	405,3 »	358,9 »	498,5 »	429,7 »	451,9 »	394,3 »	5116 »
Esparsette	2 × 4	272,0 »	230,6 »	343,5 »	294,2 »	307,8 »	262,4 »	3401 »
Roggen	2 × 8	467,5 »	429,4 »	562,5 »	502,5 »	510,0 »	466,0 »	3019 »
Wundklee	2 × 4	281,0 »	242,2 »	230,5 »	200,7 »	255,8 »	221,5 »	2870 »
Raps	2 × 4	228,0 »	192,3 »	240,0 »	202,3 »	234,0 »	197,3 »	2557 »
Hafer	2 × 8	386,0 »	331,1 »	384,0 »	337,9 »	385,0 »	334,5 »	2167 »
Lupine	2 × 8	368,0 »	311,7 »	360,0 »	313,9 »	364,0 »	312,8 »	2027 »
Weizen	2 × 8	363,0 »	316,4 »	343,5 »	298,9 »	353,3 »	307,7 »	1994 »
Erbse	2 × 8	284,0 »	244,1 »	380,0 »	326,0 »	332,0 »	285,1 »	1848 »
Serradella	2 × 4	163,5 »	137,9 »	163,0 »	139,0 »	163,3 »	138,5 »	1795 »
Buchweizen	2 × 8	252,5 »	217,7 »	199,0 »	170,6 »	226,3 »	194,2 »	1259 »
Gerste	2 × 8	234,5 »	199,8 »	179,5 »	152,9 »	207,0 »	176,3 »	1142 »

Zur weiteren qualitativen Beurtheilung der gewonnenen Stoppel- und Wurzelrückstände, zunächst zur Feststellung ihres Gehaltes an N und mineralischen Bestandtheilen wurden bei jeder Pflanze Sack I und II vereinigt, eine grössere Probe fein gemahlen und in gut verstöpselten Flaschen zur Analyse aufbewahrt. Zu jeder Aschenbestimmung wurden ca. 30 bis 40 Grm. des obigen Materials in der Muffel eingeäschert, die in der Asche noch enthaltene Kohle und Kohlensäure bestimmt und in Abzug gebracht. Zur N Bestimmung wurden von jeder Substanz 2mal circa 1 Grm. genau abgewogen und mit Natronkalk verbrannt. Die in den verschiedenen Pflanzen gefundenen Mengen von organischer Substanz, Stickstoff, kohle- und kohlensäurefreier Asche sind in nachstehender Tabelle, auf wasserfreie Substanz berechnet, enthalten:

Name der Pflanzen.	Organische Substanz.		Stickstoff.		Kohle- u. kohlensäurefreie Asche.	
	in 100 Theilen Substanz.	pro Morgen.	in 100 Theilen Substanz.	pro Morgen.	in 100 Theilen Substanz.	pro Morgen.
Roggen	68,70	2074 ℔.	1,25	37,56 ℔.	31,30	945 ℔.
Gerste	80,92	924 »	1,15	13,20 »	19,08	218 »
Hafer	61,78	1339 »	0,71	15,36 »	38,22	828 »
Weizen	68,68	1369 »	0,68	13,56 »	31,32	625 »
Rothklee	78,48	4015 »	2,15	110,04 »	21,52	1101 »
Luzerne	87,60	4856 »	1,41	78,24 »	12,40	688 »
Esparsette	82,74	2814 »	2,08	70,80 »	17,26	587 »
Wundklee	80,50	2311 »	2,04	58,68 »	19,50	559 »
Serradella	82,54	1482 »	2,07	37,20 »	17,46	313 »
Buchweizen	78,82	992 »	2,18	27,48 »	21,18	267 »
Erbse	79,17	1463 »	1,76	32,52 »	20,83	385 »
Lupine	84,45	1711 »	1,76	35,76 »	15,55	316 »
Raps	86,00	2200 »	1,37	34,92 »	14,00	357 »

Es folgen demnach die verschiedenen Pflanzen in Bezug auf die Menge der in ihren Stoppeln und Wurzeln enthaltenen mineralischen Bestandtheile in nachstehender Ordnung: Rothklee, Roggen, Hafer, Luzerne, Weizen, Esparsette, Wundklee, Erbse, Raps, Lupine, Serradella, Buchweizen, Gerste; hingegen gruppiren sie sich in Betracht ihres N Gehaltes folgendermassen: Rothklee, Luzerne, Esparsette, Wundklee, Roggen, Serradella, Lupine, Raps, Erbse, Buchweizen, Hafer, Weizen, Gerste. In beiden Fällen hat also Rothklee den höchsten und Gerste den niedrigsten Ertrag geliefert. Dass die Stickstoff- und vor Allem die Aschenmenge von Luzerne und Esparsette nicht grösser ist, dürfte seine Erklärung darin finden, dass die Wurzeln immer nur in der Tiefe von 10″ ausgegraben wurden, beide aber gerade zu den tiefwurzelndsten Pflanzen gehören.

Um ferner die für die Pflanzenernährung wichtigeren Aschenbestandtheile der verschiedenen Stoppel- und Wurzelrückstände quantitativ zu bestimmen, wurden von jeder derselben 2mal circa 3 Grm. genau abgewogen, mit kochender Salzsäure, unter Zusatz von Salpetersäure, längere Zeit behandelt und schliesslich zur Trockne eingedampft. Der Rückstand wurde hierauf in verdünnter Salzsäure gelöst, Sand und Kieselsäure abfiltrirt, das Filtrat auf 250 CC. aufgefüllt und von demselben 150 CC. zur Bestimmung der Schwefelsäure, Phosphorsäure und Alkalien,

100 CC. zur Bestimmung des Kalkes und der Magnesia verwendet.

Die betreffenden 150 CC. wurden zunächst zur Ausfällung der Schwefelsäure mit Chlorbarium versetzt, das Filtrat mit Ammoniak und kohlensaurem Ammoniak übersättigt, der entstandene Niederschlag abfiltrirt, in Salpetersäure gelöst, überschüssige Molybdänflüssigkeit hinzugefügt und schliesslich die Phosphorsäure als phosphorsaure Ammoniak-Magnesia niedergeschlagen. Das Filtrat vom Ammoniakniederschlag wurde zur Trockne abgedampft, mit Oxalsäure geglüht, um etwa noch vorhandene alkalische Erden als kohlensaure Salze abzuscheiden, und das mit etwas Salzsäure versetzte Filtrat zur Bestimmung der Alkalien zur Trockne gedampft und schwach geglüht.

Aus den anderen 100 CC. wurde zunächst das Eisen mittelst essigsauren Natrons als phosphorsaures Eisenoxyd ausgefällt und im Filtrat auf gewöhnliche Weise der Kalk als oxalsaurer Kalk, die Magnesia als phosphorsaure Ammoniak-Magnesia gefällt. Das Kalk- und Magnesiasalz wurde schliesslich durch Glühen in kohlensauren Kalk und phosphorsaure Magnesia verwandelt und gewogen.

Als Mittel zweier übereinstimmender Analysen sind in 100 Theilen kohle- und kohlensäurefreier Asche der verschiedenen Stoppel- und Wurzelrückstände folgende Quantitäten Kalk, Magnesia, Kali, Natron, Schwefelsäure und Phosphorsäure enthalten:

	Roggen	Gerste	Hafer	Weizen	Rothklee	Luzerne	Esparsette	Wundklee	Serradella	Buchweizen	Erbse	Lupine	Raps
CaO	4,45	11,14	5,94	7,06	14,55	16,40	11,44	13,97	14,67	17,24	10,73	14,61	19,88
MgO	0,88	1,48	0,85	0,94	2,57	2,03	3,10	1,85	2,48	1,56	1,67	2,23	2,09
KO	1,90	2,59	1,48	1,70	4,26	3,06	4,18	2,66	1,63	1,99	1,70	3,13	7,60
NaO	2,57[1]	0,94	1,26	1,04	1,04	2,25	1,36	0,60	0,90	0,95	1,06	0,65	3,12
SO_3	0,74	1,50	0,62	0,68	1,35	1,56	2,03	1,39	1,68	1,45	1,44	1,30	5,02
PO_5	1,55	3,15	2,08	1,08	3,91	3,29	2,91	2,47	3,38	2,35	2,24	2,53	5,15
Sand + SiO_2	84,47	75,09	82,94	82,76	66,91	62,08	57,81	67,79	66,11	64,28	71,93	63,74	45,44

[1] Der hohe NaO-Gehalt ist auffallend, doch haben zwei Analysen dasselbe Resultat gegeben.

Berechnet man obige Zahlen auf einen preussischen Morgen, so erhält man folgende Mengen der betreffenden Aschenbestandtheile in Pfunden ausgedrückt:

	Roggen	Gerste	Hafer	Weizen	Rothklee	Luzerne	Esparsette	Wundklee	Serradella	Buchweizen	Erbse	Lupine	Raps
CaO	42,1	24,3	49,2	44,1	150,2	112,8	67,2	78,1	45,9	46,0	41,3	46,2	71,0
MgO	8,3	3,2	7,0	5,9	28,3	14,0	18,2	10,3	7,8	4,2	6,4	7,0	7,5
KO	18,0	5,6	14,3	10,6	46,9	21,1	24,5	14,9	5,1	5,3	6,5	9,8	27,1
NaO	24,3	2,0	10,4	6,5	11,5	15,5	8,0	3,4	2,8	2,5	4,1	2,1	12,1
SO_3	7,0	3,2	5,1	4,3	14,9	10,7	11,9	7,8	5,3	3,9	5,5	4,1	17,9
PO_5	14,6	6,9	17,3	6,8	43,0	22,6	17,1	13,9	10,6	6,3	8,6	8,0	18,4

Aus obigen Zahlen ersieht man, dass in der That gewisse Pflanzen, vor Allem die Kleearten, nicht unbedeutende Mengen von Pflanzennährstoffen in ihren Stoppeln und Wurzeln aufgespeichert enthalten und somit für die Fruchtfolge von Bedeutung sein müssen, da sie die Ackerkrume mit leichter assimilirbaren Pflanzennährstoffen versehen und, soweit dieselben aus dem Untergrunde stammen, auch bereichern.

Analytische Belege.

Bestimmungen der lufttrockenen Stoppel- und Wurzelrückstände an wasserfreier Substanz.

Roggen.

Sack I. 5,8396 Grm. lufttr. Substz. = 5,3631 Grm. HOfr. Substz. = 91,84 Proc.
» II. 5,6592 » » » = 5,0555 » » » = 89,33 »

Gerste.

Sack I. 6,8475 Grm. lufttr. Substz. = 5,8454 Grm. HOfr. Substz. = 85,37 Proc.
» II. 5,3264 » » » = 4,5256 » » » = 84,97 »

Hafer.

Sack I. 6,7792 Grm. lufttr. Substz. = 5,8145 Grm. HOfr. Substz. = 85,77 Proc.
» II. 6,5243 » » » = 5,7405 » » » = 87,99 »

Weizen.

Sack I. 5,7926 Grm. lufttr. Substz. = 5,0494 Grm. HOfr. Substz. = 87,17 Proc.
» II. 5,5107 » » » = 4,7880 » » » = 86,89 »

Rothklee.

Sack I. 6,0379 Grm. lufttr. Substz. = 5,3475 Grm. HOfr. Substz. = 88,56 Proc.
» II. 6,6550 » » » = 5,7361 » » » = 86,19 »

Luzerne.

Sack I. 3,5030 Grm. lufttr. Substz. = 3,0671 Grm. HOfr. Substz. = 87,56 Proc.
» II. 4,3724 » » » = 4,0138 » » » = 91,78 »

Esparsette.

Sack I. 5,9595 Grm. lufttr. Substz. = 5,0520 Grm. HOfr. Substz. = 84,77 Proc.
» II. 6,8112 » » » = 5,8340 » » » = 85,65 »

Wundklee.

Sack I. 4,9197 Grm. lufttr. Substz. = 4,2407 Grm. HOfr. Substz. = 86,20 Proc.
» II. 4,1666 » » » = 3,6366 » » » = 87,28 »

Serradella.

Sack I. 4,3531 Grm. lufttr. Substz. = 3,6827 Grm. HOfr. Substz. = 84,60 Proc.
» II. 4,9640 » » » = 4,2357 » » » = 85,33 »

Buchweizen.

Sack I. 5,8164 Grm. lufttr. Substz. = 5,0257 Grm. HOfr. Substz. = 86,41 Proc.
» II. 5,4576 » » » = 4,6781 » » » = 85,72 »

Erbse.

Sack I. 6,0113 Grm. lufttr. Substz. = 5,1736 Grm. HOfr. Substz. = 86,06 Proc.
» II. 4,5219 » » » = 3,8799 » » » = 85,80 »

Lupine.

Sack I. 4,7092 Grm. lufttr. Substz. = 3,9325 Grm. HOfr. Substz. = 84,57 Proc.
» II. 6,9296 » » » = 6,0426 » » » = 87,20 »

Raps.

Sack I. 4,9479 Grm. lufttr. Substz. = 4,1735 Grm. HOfr. Substz. = 84,35 Proc.
» II. 4,6982 » » » = 3,9606 » » » = 84,30 »

Aschenbestimmungen.

Roggen: 33,291 Grm. HOfr. Substz. = 10,535 Grm. Rohasche = 10,421 Grm. kohle- und kohlensäurefreier Asche = 31,30 Proc.

Gerste: 30,264 Grm. HOfr. Substz. = 6,193 Grm. Rohasche = 5,775 Grm. kohle- und kohlensäurefreier Asche = 19,08 Proc.

Hafer: 30,750 Grm. HOfr. Substz. = 11,908 Grm. Rohasche = 11,753 Grm. kohle- und kohlensäurefreier Asche = 38,22 Proc.

Weizen: 31,919 Grm. HOfr. Substz. = 10,238 Grm. Rohasche = 9,996 Grm. kohle- und kohlensäurefreier Asche = 31,32 Proc.

Rothklee: 48,700 Grm. HOfr. Substz. = 10,950 Grm. Rohasche = 10,480 Grm. kohle- und kohlensäurefreier Asche = 21,52 Proc.

Luzerne: 35,481 Grm. HOfr. Substz. = 5,091 Grm. Rohasche = 4,836 Grm. kohle- und kohlensäurefreier Asche = 12,40 Proc.

Esparsette: 34,801 Grm. HOfr. Substz. = 6,623 Grm. Rohasche = 6,006 Grm. kohle- und kohlensäurefreier Asche = 17,26 Proc.

Wundklee: 42,888 Grm. HOfr. Substz. = 8,819 Grm. Rohasche = 8,363 Grm. kohle- und kohlensäurefreier Asche = 19,50 Proc.

Serradella: 38,467 Grm. HOfr. Substz. = 7,217 Grm. Rohasche = 6,717 Grm. kohle- und kohlensäurefreier Asche = 17,46 Proc.

Buchweizen: 38,259 Grm. HOfr. Substz. = 8,841 Grm. Rohasche = 8,075 Grm. kohle- und kohlensäurefreier Asche = 21,18 Proc.

Erbse: 39,542 Grm. HOfr. Substz. = 8,665 Grm. Rohasche = 8,237 Grm. kohle- und kohlensäurefreier Asche = 20,83 Proc.

Lupine: 34,164 Grm. HOfr. Substz. = 5,740 Grm. Rohasche = 5,311 Grm. kohle- und kohlensäurefreier Asche = 15,55 Proc.

Raps: 35,348 Grm. HOfr. Substz. = 5,059 Grm. Rohasche = 4,945 Grm. kohle- und kohlensäurefreier Asche = 14,00 Proc.

Stickstoffbestimmungen.

Titre: 20 CC. SO_3 = 24,2 CC. NaO. — 1 CC. NaO = 0,005264 Grm. N.
20 CC. SO_3 = 24,8 CC. BaO. — 1 CC. BaO = 0,005130 Grm. N.

Roggen: 1) angew. 2,2270 Grm. HOfr. Substz. = 5,2 CC. NaO = 0,027373 Grm. N = 1,23 Proc.
2) angew. 0,7937 Grm. HOfr. Substz. = 1,9 CC. NaO = 0,010002 Grm. N = 1,26 Proc.

Gerste: 1) angew. 0,6737 Grm. HOfr. Substz. = 1,5 CC. NaO = 0,007896 Grm. N = 1,17 Proc.
2) angew. 0,7520 Grm. HOfr. Substz. = 1,8 CC. NaO = 0,009475 Grm. N = 1,26 Proc.

Hafer: 1) angew. 1,0667 Grm. HOfr. Substz. = 1,5 CC. BaO = 0,007695 Grm. N = 0,72 Proc.
2) angew. 0,9860 Grm. HOfr. Substz. = 1,3 CC. BaO = 0,006669 Grm. N = 0,69 Proc.

Weizen: 1) angew. 0,7130 Grm. HOfr. Substz. = 0,9 CC. NaO = 0,004738 Grm. N = 0,66 Proc.
2) angew. 0,7637 Grm. HOfr. Substz. = 1,0 CC. NaO = 0,005264 Grm. N = 0,69 Proc.

Rothklee: 1) angew. 1,9080 Grm. HOfr. Substz. = 7,8 CC. NaO = 0,041059 Grm. N = 2,15 Proc.
2) angew. 0,7156 Grm. HOfr. Substz. = 2,7 CC. NaO = 0,014215 Grm. N = 2,00 Proc.

Luzerne: 1) angew. 0,8148 Grm. HOfr. Substz. = 2,2 CC. NaO = 0,011581 Grm. N = 1,42 Proc.
2) angew. 0,7882 Grm. HOfr. Substz. = 2,1 CC. NaO = 0,011054 Grm. N = 1,40 Proc.

Esparsette: 1) angew. 0,7254 Grm. HOfr. Substz. = 2,9 CC. NaO = 0,015266 Grm. N = 2,10 Proc.
2) angew. 0,7742 Grm. HOfr. Substz. = 2,8 CC. NaO = 0,014739 Grm. N = 1,90 Proc.

Wundklee: 1) angew. 1,3970 Grm. HOfr. Substz. = 5,5 CC. NaO = 0,028952 Grm. N = 2,07 Proc.
2) angew. 0,7582 Grm. HOfr. Substz. = 2,9 CC. NaO = 0,015265 Grm. N = 2,01 Proc.

Serradella: 1) angew. 0,7385 Grm. HOfr. Substz. = 3,0 CC. NaO = 0,015792 Grm. N = 2,14 Proc.
2) angew. 0,6544 Grm. HOfr. Substz. = 2,5 CC. NaO = 0,013160 Grm. N = 2,01 Proc.

Buchweizen: 1) angew. 0,8497 Grm. HOfr. Substz. = 3,5 CC. NaO = 0,018424 Grm. N = 2,17 Proc.
2) angew. 2,1090 Grm. HOfr. Substz. = 8,8 CC. NaO = 0,046323 Grm. N = 2,20 Proc.

Erbse: 1) angew. 0,6834 Grm. HOfr. Substz. = 2,3 CC. NaO = 0,012107 Grm. N = 1,77 Proc.
2) angew. 1,7770 Grm. HOfr. Substz. = 5,9 CC. NaO = 0,031058 Grm. N = 1,75 Proc.

Lupine: 1) angew. 0,7865 Grm. HOfr. Substz. = 2,7 CC. NaO = 0,014213 Grm. N = 1,81 Proc.
2) angew. 0,7048 Grm. HOfr. Substz. = 2,3 CC. NaO = 0,012107 Grm. N = 1,72 Proc.

Raps: 1) angew. 0,6896 Grm. HOfr. Substz. = 1,8 CC. NaO = 0,009475 Grm. N = 1,37 Proc.
2) angew. 0,7761 Grm. HOfr. Substz. = 2,0 CC. NaO = 0,010528 Grm. N = 1,36 Proc.

Aschenanalysen.

Roggen: 1) Angew. 2,9696 Grm. kohle- und kohlensäurefreie Asche = 2,4758 Grm. Sand + SiO_2 = 83,36 Proc. — Ferner: 1,188 Grm. Asche oder 100 CC. = 0,0958 Grm. CaO CO_2 = 0,05365 Grm. CaO = 4,51 Proc. — 0,0282 Grm. 2 MgO PO_5 = 0,01016 Grm. MgO = 0,86 Proc. — Ferner: 1,781 Grm. Asche oder 150 CC. = 0,0368 Grm. BaO SO_3 = 0,01264 Grm. SO_3 = 0,71 Proc. — 0,0423 Grm. 2 MgO PO_5 = 0,02706 Grm. PO_5 = 1,52 Proc. — 0,1401 Grm. Chloralkalien = 0,1791 Grm. KCl $PtCl_2$ = 1,94 Proc. KO und 2,54 Proc. NaO. —

2) Angew. 3,408 Grm. kohle- und kohlensäurefreie Asche = 2,8741 Grm.

Sand + SiO_2 = 83,58 Proc. — Ferner 1,363 Grm. Asche oder 100 CC. = 0,1066 Grm. $CaO\,CO_2$ = 0,05970 Grm. CaO = 4,38 Proc. — 0,0336 Grm. $2\,MgO\,PO_5$ = 0,01211 Grm. MgO = 0,89 Proc. — Ferner 2,045 Grm. Asche oder 150 CC. = 0,0453 Grm. $BaO\,SO_3$ = 0,01553 Grm. SO_3 = 0,76 Proc. — 0,0505 Grm. $2\,MgO\,PO_5$ = 0,03230 Grm. PO_5 = 1,58 Proc. — 0,1600 Grm. Chloralkalien = 0,1965 Grm. $KCl\,PtCl_2$ = 1,85 Proc. KO und 2,59 Proc. NaO.

Gerste: 1) Angew. 2,2437 Grm. kohle- und kohlensäurefreie Asche = 1,6930 Grm. Sand + SiO_2 = 75,45 Proc. — Ferner 0,897 Grm. Asche oder 100 CC. = 0,1780 Grm. $CaO\,CO_2$ = 0,09970 Grm. CaO = 11,11 Proc. — 0,0377 Grm. $2\,MgO\,PO_5$ = 0,01359 Grm. MgO = 1,52 Proc. — Ferner 1,347 Grm. Asche oder 150 CC. f = 0,0593 Grm. BaO SO_3 = 0,02036 Grm. SO_3 = 1,51 Proc. — 0,0681 Grm. $2\,MgO\,PO_5$ = 0,04356 Grm. PO_5 = 3,24 Proc. — 0,0792 Grm. Chloralkalien = 0,1785 Grm. $KCl\,PtCl_2$ = 2,55 Proc. KO und 0,98 Proc. NaO.

2) Angew. 2,2674 Grm. kohle- und kohlensäurefreie Asche = 1,6929 Grm. Sand + SiO_2 = 74,729 Proc. — Ferner 0,907 Grm. Asche oder 100 CC. = 0,1807 Grm. CaO CO_2 = 0,1012 Grm. CaO = 11,16 Proc. — 0,0359 Grm. 2 MgO PO_5 = 0,01294 Grm. MgO = 1,43 Proc. — Ferner 1,360 Grm. Asche oder 150 CC. = 0,0588 Grm. $BaO\,SO_3$ = 0,02019 Grm. SO_3 = 1,48 Proc. — 0,0650 Grm. 2 MgO PO_5 = 0,0416 Grm. PO_5 = 3,06 Proc. — 0,0805 Grm. Chloralkalien = 0,1854 Grm. $KCl\,PtCl_2$ = 2,63 Proc. KO und 0,90 Proc. NaO.

Hafer: 1) Angew. 2,5161 Grm. kohle- und kohlensäurefreie Asche = 2,0766 Grm. Sand + SiO_2 = 82,53 Proc. — Ferner 1,007 Grm. Asche oder 100 CC. = 0,1078 Grm. $CaO\,CO_2$ Grm. = 0,06051 Grm. CaO = 6,01 Proc. — 0,0240 Grm. $2\,MgO\,PO_5$ = 0,00865 Grm. MgO = 0,86 Proc. — Ferner 1,509 Grm. Asche oder 150 CC. = 0,0263 Grm. BaO SO_3 = 0,00903 Grm. SO_3 = 0,60 Proc. — 0,0484 Grm. $2\,MgO\,PO_5$ = 0,03096 Grm. PO_5 = 2,07 Proc. — 0,0700 Grm. Chloralkalien = 0,1144 Grm. KCl $PtCl_2$ = 1,46 Proc. KO und 1,23 NaO.

2) Angew. 2,6263 Grm. kohle- und kohlensäurefreie Asche = 2,1885 Grm. Sand + SiO_2 = 83,34 Proc. — Ferner 1,050 Grm. Asche oder 100 CC. = 0,1100 Grm. $CaO\,CO_2$ = 0,06160 Grm. CaO = 5,87 Proc. — 0,0242 Grm. 2 MgO PO_5 = 0,00872 Grm. MgO = 0,83 Proc. — Ferner 1,576 Grm. Asche oder 150 CC. = 0,0288 Grm. $BaO\,SO_3$ = 0,00989 Grm. SO_3 = 0,63 Proc. — 0,0518 Grm. $2\,MgO\,PO_5$ = 0,03313 Grm. PO_5 = 2,10 Proc. — 0,0760 Grm. Chloralkalien = 0,1229 Grm. $KCl\,PtCl_2$ = 1,50 Proc. KO und 1,29 Proc. NaO.

Weizen. 1) Angew. 2,4491 Grm. kohle- und kohlensäurefreie Asche = 2,0230 Grm. Sand + SiO_2 = 82,61 Proc. — Ferner 0,980 Grm. Asche oder 100 CC. = 0,1226 Grm. $CaO\,CO_2$ = 0,06866 Grm. CaO = 7,01 Proc. — 0,0266 Grm. $2\,MgO\,PO_5$ = 0,00959 Grm. MgO = 0,98 Proc. — Ferner 1,469 Grm. Asche oder 150 CC. = 0,0298 Grm. $BaO\,SO_3$ = 0,01023 Grm. SO_3

= 0,70 Proc. — 0,0250 Grm. 2 MgO PO_5 = 0,01599 Grm. PO_5 = 1,09 Proc. — 0,0660 Grm. Chloralkalien = 0,1320 Grm. KCl $PtCl_2$ = 1,73 Proc. KO und 0,96 Proc. NaO.

2) Angew. 2,5510 Grm. kohle- und kohlensäurefreie Asche = 2,1208 Grm. Sand + SiO_2 = 82,80 Proc. — Ferner 1,020 Grm. Asche oder 100 CC. = 0,1293 Grm. CaO CO_2 = 0,07241 Grm. CaO = 7,10 Proc. — 0,0255 Grm. 2 MgO PO_5 = 0,00919 Grm. MgO = 0,90 Proc. — Ferner 1,531 Grm. Asche oder 150 CC. = 0,0293 Grm. BaO SO_3 = 0,01006 Grm. SO_3 = 0,66 Proc. — 0,0255 Grm. 2 MgO PO_5 = 0,01621 Grm. PO_5 = 1,06 Proc. — 0,0724 Grm. Chloralkalien = 0,1313 Grm. KCl $PtCl_2$ = 1,66 Proc. KO und 1,12 Proc. NaO.

Rothklee. 1) Angew. 2,4496 Grm. kohle- und kohlensäurefreie Asche = 1,6369 Grm. Sand + SiO_2 = 66,81 Proc. — Ferner 0,980 Grm. Asche oder 100 CC. = 0,2520 Grm. CaO CO_2 = 0,14112 Grm. CaO = 14,40 Proc. — 0,0735 Grm. 2 MgO PO_5 = 0,02649 Grm. MgO = 2,70 Proc. — Ferner 1,470 Grm. Asche oder 150 CC. = 0,0589 Grm. BaO SO_3 = 0,02022 Grm. SO_3 = 1,38 Proc. — 0,0903 Grm. 2 MgO PO_5 = 0,05777 Grm. PO_5 = 3,93 Proc. 0,1222 Grm. Chloralkalien = 0,3227 Grm. KCl $PtCl_2$ = 4,23 Proc. und 0,85 Proc. NaO.

2) Angew. 2,3383 Grm. kohle- und kohlensäurefreie Asche = 1,5665 Grm. Sand + SiO_2 = 67,00 Proc. — Ferner 0,935 Grm. Asche oder 100 CC. = 0,2455 Grm. CaO CO_2 = 0,13748 Grm. CaO = 14,70 Proc. — 0,0634 Grm. 2 MgO PO_5 = 0,02285 Grm. MgO = 2,44 Proc. — Ferner 1,403 Grm. Asche oder 150 CC. = 0,0539 Grm. BaO SO_3 = 0,01850 Grm. SO_3 = 1,32 Proc. — 0,0850 Grm. 2 MgO PO_5 = 0,05437 Grm. PO_5 = 3,88 Proc. — 0,1278 Grm. Chloralkalien = 0,3123 Grm. KCl $PtCl_2$ = 4,29 Proc. KO und 1,22 Proc. NaO.

Luzerne. 1) Angew. 2,6857 Grm. kohle- und kohlensäurefreie Asche = 1,6726 Grm. Sand + SiO_2 = 62,27 Proc. — Ferner 1,074 Grm. Asche oder 100 CC. = 0,3122 Grm. CaO CO_2 = 0,1748 Grm. CaO = 16,28 Proc. — 0,0621 Grm. 2 MgO PO_5 = 0,02238 Grm. MgO = 2,08 Proc. — Ferner 1,612 Grm. Asche oder 150 CC. = 0,0708 Grm. BaO SO_3 = 0,02431 Grm. SO_3 = 1,51 Proc. — 0,0833 Grm. 2 MgO PO_5 = 0,05328 Grm. PO_5 = 3,31 Proc. — 0,1190 Grm. Chloralkalien = 0,2573 Grm. KCl $PtCl_2$ = 3,08 Proc. KO und 1,33 Proc. NaO.

2) Angew. 2,9620 Grm. kohle- und kohlensäurefreie Asche = 1,8328 Grm. Sand + SiO_2 = 61,88 Proc. — Ferner 1,185 Grm. Asche oder 100 CC. 0,3496 Grm. CaO CO_2 = 0,1958 Grm. CaO = 16,52 Proc. — 0,0652 Grm. 2 MgO PO_5 = 0,02350 Grm. MgO = 1,98 Proc. — Ferner 1,777 Grm. Asche oder 150 CC. = 0,0831 Grm. BaO SO_3 = 0,02853 Grm. SO_3 = 1,60 Proc. — 0,0908 Grm. 2 MgO PO_5 = 0,05808 Grm. PO_5 = 3,27 Proc. — 0,1245 Grm. Chloralkalien = 0,2806 Grm. KCl $PtCl_2$ = 3,04 Proc. KO und 1,16 Proc. NaO.

Esparsette. 1) Angew. 2,5034 Grm. kohle- und kohlensäurefreie Asche = 1,4546 Grm. Sand + SiO_2 = 58,11 Proc. — Ferner 1,001 Grm. Asche

oder 100 CC. = 0,2020 Grm. $CaO\,CO_2$ = 0,11312 Grm. CaO = 11,31 Proc. — 0,0915 Grm. $2\,MgO\,PO_5$ = 0,03287 Grm. MgO = 3,29 Proc. — Ferner 1,502 Grm. Asche oder 150 CC. = 0,0911 Grm. $BaO\,SO_3$ = 0,03128 Grm. SO_3 = 2,08 Proc. — 0,0680 Grm. $2\,MgO\,PO_5$ = 0,04350 Grm. PO_3 = 2,90 Proc. — 0,1435 Grm. Chloralkalien = 0,3420 Grm. $KCl\,PtCl_2$ = 4,39 Proc. KO und 1,39 Proc. NaO.

2) Angew. 3,3712 Grm. kohle- und kohlensäurefreie Asche = 1,9386 Grm. Sand + SiO_2 = 57,51 Proc. — Ferner 1,348 Grm. Asche oder 100 CC. = 0,2785 Grm. $CaO\,CO_2$ = 0,15596 Grm. CaO = 11,57 Proc. — 0,1087 Grm. $2\,MgO\,PO_5$ = 0,03917 Grm. MgO = 2,91 Proc. — Ferner 2,023 Grm. Asche oder 150 CC. = 0,1158 Grm. $BaO\,SO_3$ = 0,03976 Grm. SO_3 = 1,97 Proc. — 0,0919 Grm. $2\,MgO\,PO_5$ = 0,05878 Grm. PO_5 = 2,91 Proc. — 0,1775 Grm. Chloralkalien = 0,4156 $KCl\,PtCl_2$ = 3,96 Proc. KO und 1,33 Proc. NaO.

Wundklee. 1) Angew. 3,7130 Grm. kohle- und kohlensäurefreie Asche = 2,5233 Grm. Sand + SiO_2 = 67,96 Proc. — Ferner 1,485 Grm. Asche oder 100 CC. = 0,3678 Grm. $CaO\,CO_2$ = 0,20596 Grm. CaO = 13,88 Proc. — 0,0713 Grm. $2\,MgO\,PO_5$ = 0,02569 Grm. MgO = 1,73 Proc. — Ferner 2,228 Grm. Asche oder 150 CC. = 0,0880 Grm. $BaO\,SO_3$ = 0,03021 Grm. SO_3 = 1,36 Proc. — 0,0843 Grm. $2\,MgO\,PO_5$ = 0,05382 Grm. PO_5 = 2,42 Proc. — 0,1150 Grm. Chloralkalien = 0,3007 Grm. $KCl\,PtCl_2$ = 2,61 Proc. KO und 0,55 Proc. NaO.

2) Angew. 3,5098 Grm. kohle- und kohlensäurefreie Asche = 2,3733 Grm. Sand + SiO_2 = 67,62 Proc. — Ferner 1,404 Grm. Asche oder 100 CC. = 0,3523 Grm. $CaO\,CO_2$ = 0,19729 Grm. CaO = 14,05 Proc. — 0,0768 Proc. $2\,MgO\,PO_5$ = 0,02768 Grm. MgO = 1,97 Proc. — Ferner 2,106 Grm. Asche oder 150 CC. = 0,0873 Grm. $BaO\,SO_3$ = 0,02997 Grm. SO_3 = 1,42 Proc. — 0,0825 Grm. $2\,MgO\,PO_5$ = 0,05277 Grm. PO_5 = 2,51 Proc. — 0,1170 Grm. Chloralkalien = 0,3003 Grm. $KCl\,PtCl_2$ = 2,75 Proc. KO und 0,65 Proc. NaO.

Serradella. 1) Angew. 3,6183 Grm. kohle- und kohlensäurefreie Asche = 2,4005 Grm. Sand + SiO_2 = 66,35 Proc. — Ferner 1,447 Grm. Asche oder 100 CC. = 0,3823 Grm. $CaO\,CO_2$ = 0,21409 Grm. CaO = 14,79 Proc. — 0,0968 Grm. $2\,MgO\,PO_5$ = 0,03488 Grm. MgO = 2,40 Proc. — Ferner 2,171 Grm. Asche oder 150 CC. = 0,1051 Grm. $BaO\,SO_3$ = 0,03609 Grm. SO_3 = 1,66 Proc. — 0,1182 Grm. $2\,MgO\,PO_5$ = 0,07561 Grm. PO_5 = 3,48 Proc. — 0,0925 Grm. Chloralkalien = 0,1870 Grm. $KCl\,PtCl_2$ = 1,66 Proc. KO und 0,86 Proc. NaO.

2) Angew. 3,3305 Grm. kohle- und kohlensäurefreie Asche = 2,1938 Grm. Sand + SiO_2 = 65,86 Proc. — Ferner 1,332 Grm. Asche oder 100 CC. = 0,3458 Grm. $CaO\,CO_2$ = 0,19365 Grm. CaO = 14,54 Proc. — 0,0947 Grm. $2\,MgO\,PO^8$ = 0,03413 Grm. MgO = 2,56 Proc. — Ferner 1,999 Grm. Asche oder 150 CC. = 0,0983 Grm. $BaO\,SO_3$ = 0,03375 Grm. SO_3 = 1,69 Proc. — 0,1023 Grm. $2\,MgO\,PO_5$ = 0,06544 Grm. PO_5 = 3,27 Proc. —

0,0860 Grm. Chloralkalien = 0,1649 Grm. KCl $PtCl_2$ = 1,60 Proc. und 0,94 Proc. NaO.

Buchweizen. 1) Angew. 2,4010 Grm. kohle- und kohlensäurefreie Asche = 1,5433 Grm. Sand + SiO_2 = 64,31 Proc. — Ferner 0,960 Grm. Asche oder 100 CC. = 0,2990 Grm. CaO CO_2 = 0,16744 Grm. CaO = 17,44 Proc. — 0,0409 Grm. 2 MgO PO_5 = 0,01474 Grm. MgO = 1,54 Proc. — Ferner 1,441 Grm. Asche oder 150 CC. = 0,0589 Grm. BaO SO_3 = 0,02022 Grm. SO_3 = 1,41 Proc. — 0,0512 Grm. 2 MgO PO_5 = 0,03275 Grm. PO_5 = 2,27 Proc. — 0,0685 Grm. Chloralkalien = 0,1440 Grm. KCl $PtCl_2$ = 1,93 Proc. KO und 0,91 Proc. NaO.

2) Angew. 2,1326 Grm. kohle- und kohlensäurefreie Asche = 1,3703 Grm. Sand + SiO_2 = 64,24 Proc. — Ferner 0,853 Grm. Asche oder 100 CC. = 0,3893 Grm. CaO CO_2 = 0,21801 Grm. CaO = 17,04 Proc. — 0,0375 Grm. 2 MgO PO_5 = 0,01351 Grm. MgO = 1,58 Proc. — Ferner 1,280 Grm. Asche oder 150 CC. = 0,0550 Grm. BaO SO_3 = 0,01888 Grm. SO_3 = 1,48 Proc. — 0,0485 Grm. 2 MgO PO_5 = 0,03102 Grm. PO = 2,42 Proc. — 0,0653 Grm. Chloralkalien = 0,1357 Grm. KCl $PtCl_2$ = 2,05 Proc. KO und 0,99 Proc. NaO.

Erbse. 1) Angew. 2,4427 Grm. kohle- und kohlensäurefreie Asche = 1,7478 Grm. Sand + SiO_2 = 71,54 Proc. — Ferner 0,977 Grm. Asche oder 100 CC. = 0,1880 Grm. CaO CO_2 = 0,10528 Grm. CaO = 10,77 Proc. — 0,0444 Grm. 2 MgO PO_5 = 0,01600 Grm. MgO = 1,65 Proc. — Ferner 1,466 Grm. Asche oder 150 CC. = 0,0169 Grm. BaO SO_3 = 0,02125 Grm. SO_3 = 1,45 Proc. — 0,0517 Grm. 2 MgO PO_5 = 0,03207 Grm. PO_5 = 2,19 Proc. — 0,0647 Grm. Chloralkalien = 0,1245 Grm. KCl $PtCl_2$ = 1,64 Proc. KO und 0,97 Proc. NaO.

2) Angew. 2,1242 Grm. kohle- und kohlensäurefreie Asche = 1,5360 Grm. Sand + SiO_2 = 72,32 Proc. — Ferner 0,850 Grm. Asche oder 100 CC. = 0,1622 Grm. CaO CO_2 = 0,09083 Grm. CaO = 10,68 Proc. — 0,0399 Grm. 2 MgO PO_5 = 0,01438 Grm. MgO = 1,69 Proc. — Ferner 1,274 Grm. Asche oder 150 CC. = 0,0526 Grm. BaO SO_3 = 0,01806 Grm. SO_3 = 1,42 Proc. — 0,0457 Grm. 2 MgO PO_5 = 0,02923 Grm. PO_5 = 2,29 Proc. — 0,0632 Grm. Chloralkalien = 0,1165 Grm. KCl $PtCl_2$ = 1,76 Proc. KO und 1,15 Proc. NaO.

Lupine. 1) Angew. 2,8453 Grm. kohle- und kohlensäurefreie Asche = 1,8055 Grm. Sand + SiO_2 = 63,46 Proc. — Ferner 1,138 Grm. oder 100 CC. = 0,2988 Grm. CaO CO_2 = 0,1673 Grm. CaO = 14,70 Proc. — 0,0811 Grm. 2 MgO PO_5 = 0,02923 Grm. MgO = 2,37 Proc. — Ferner 1,707 Grm. Asche oder 150 CC. = 0,0694 Grm. BaO SO_3 = 0,02383 Grm. SO_3 = 1,29 Proc. — 0,0695 Grm. 2 MgO PO_5 = 0,04455 Grm. PO_5 = 2,42 Proc. — 0,1155 Grm. Chloralkalien = 0,2792 Grm. KCl $PtCl_2$ = 3,11 Proc. KO und 0,70 Proc. NaO.

2) Angew. 2,7258 Grm. kohle- und kohlensäurefreie Asche = 1,7539 Grm. Sand + SiO_2 = 64,02 Proc. — Ferner 1,090 Grm. Asche oder 100 CC.

= 0,2825 Grm. $CaO\,CO_2$ = 0,1582 Grm. CaO = 14,51 Proc. — 0,0682 Grm. $2\,MgO\,PO_5$ = 0,02458 Grm. MgO = 2,08 Proc. — Ferner 1,636 Grm. Asche oder 150 CC. = 0,0676 Grm. $BaO\,SO_3$ = 0,02321 Grm. SO_3 = 1,31 Proc. — 0,0730 Grm. $2\,MgO\,PO_5$ = 0,04670 Grm. PO_5 = 2,64 Proc. = 0,1082 Grm. Chloralkalien = 0,2675 Grm. $KCl\,PtCl_2$ = 3,15 Proc. KO und 0,60 Proc. NaO.

Raps. 1) Angew. 2,5159 Grm. kohle- und kohlensäurefreie Asche = 1,1282 Grm. Sand + SiO_2 = 44,84 Proc. — Ferner 1,006 Grm. Asche oder 100 CC. = 0,3540 Grm. $CaO\,CO_2$ = 0,19824 Grm. CaO = 19,71 Proc. — 0,0595 Grm. $2\,MgO\,PO_5$ = 0,02144 Grm. MgO = 2,13 Proc. — Ferner 1,510 Grm. Asche oder 150 CC. = 0,2285 Grm. $BaO\,SO_3$ = 0,07838 Grm. SO_3 = 5,19 Proc. — 0,1196 Grm. $2\,MgO\,PO_5$ = 0,07650 Grm. PO_5 = 5,06 Proc. — 0,2764 Grm. Chloralkalien = 0,5912 Grm. $KCl\,PtCl_2$ = 7,54 Proc. KO und 3,37 Proc. NaO.

2) Angew. 2,6338 Grm. kohle- und kohlensäurefreie Asche = 1,2155 Grm. Sand + SiO_2 = 46,16 Proc. — Ferner 1,054 Grm. Asche oder 100 CC. = 0,3772 Grm. $CaO\,CO_2$ = 0,21123 Grm. CaO = 20,04 Proc. — 0,0598 Grm. $2\,MgO\,PO_5$ = 0,02155 Grm. MgO = 2,05 Proc. — Ferner 1,580 Grm. Asche oder 150 CC. = 0,2235 Grm. $BaO\,SO_3$ = 0,07674 Grm. SO_3 = 4,85 Proc. — 0,1295 Grm. $2\,MgO\,PO_5$ = 0,08284 Grm. PO_5 = 5,24 Proc. — 0,2797 Grm. Chloralkalien = 0,6361 Grm. $KCl\,PtCl_2$ = 7,66 Proc. KO und 2,87 Proc. NaO.

Versuchs-Station Proskau im Decbr. 1870.

Die Frühjahrsperiode der Birke (Betula alba L.) und des Ahorn (Acer platanoïdes L.)

Von

Julius Schroeder,

Assistenten der pflanzenphysiologischen Versuchs-Station Tharand.

Eins der interessantesten Phänomene, welches der Beobachtung sich darbietet, ist das Bluten einer Anzahl von Laubbäumen im Frühjahr. Lange bevor eine Regung oder Entfaltung der Knospen beginnt, tritt diese Erscheinung ein, sie ist der Vorbote eines neu erwachenden Lebens in der Pflanzenwelt und das erste Anzeichen beendeter Winterruhe. Die Bäume stehen im Frühjahr im Saft — sie bluten oder thränen aus Stamm und Wurzel bei

Verletzungen, und geben dann aus Bohrlöchern oft sehr erhebliche Quantitäten eines meist zuckerreichen Saftes, der mit nicht geringer Kraft aus den Wundstellen hervorgepresst wird. Beginnt die Anschwellung und Vergrösserung der ruhenden Winterknospen für die äussere Beobachtung wahrnehmbar zu werden, dann lässt das Bluten in seiner Intensität mehr und mehr nach, um zuletzt gegen die Zeit der Knospenöffnung hin vollkommen aufzuhören.

Das physiologische Interesse der Blutungserscheinungen hatte bereits seit längerer Zeit eine Reihe von Untersuchungen veranlasst, die nach einer Erklärung derjenigen Kräfte suchten, welche beim Auspressen des Saftes thätig sind. Durch die neueren Arbeiten Hofmeister's besitzen wir jetzt eine Vorstellung, welche hinreichend Rechenschaft giebt von der Art und Weise eines Vorganges, der bis dahin dem Verständniss sich vollkommen zu entziehen schien. Das endosmotische Verhalten der im Parenchym vorhandenen Colloïdsubstanzen — der Albuminkörper und des aus der Stärke im Frühjahr sich bildenden Dextrin's — ist nach dieser Lehre die nächste Ursache, welche das Bluten bedingt. Aus dem umgebenden Medium tritt in die an Colloïdkörpern reichen Zellen eine grosse Menge Wasser ein, ohne dass diese Substanzen selbst, ihres hohen endosmotischen Aequivalentes wegen, in erheblicher Menge die Zellmembran zu durchdringen vermögen. Hierdurch geräth das ganze Gewebe in einen Zustand der Spannung und Ueberfüllung. Indem die Wasseraufnahme fortdauert, steigert sich der Druck, welcher vom flüssigen Zellinhalte auf die Wände ausgeübt wird. Die Letzteren leisten nur bis zu einer gewissen Grenze Widerstand; ist diese erreicht, dann wird ein Theil des Inhaltes der Zellen in das angrenzende Gefässsystem hindurchgepresst. Bohrt man nun ein in diesem Zustande befindliches Wurzel- oder Stammstück an, dann fliesst der in den Gefässen befindliche Antheil des Saftes aus.

Die grossen Mengen flüssigen Zellinhaltes, welche man im Frühjahr aus den blutenden Laubbäumen gewinnen kann, bieten aber auch nach einer anderen Richtung hin der physiologischen Forschung Interesse. Es ist der chemischen Analyse hier in selten günstiger Weise ausreichendes Material geboten, um durch

Erkenntniss der Zusammensetzung des Zellsaftes Blicke in den Haushalt des Pflanzenstoffwechsels zu thun.

Die nachfolgenden Untersuchungen, welche in den Jahren 1863—1867 in Dorpat und der Umgebung Dorpat's unternommen wurden, sind von diesem mehr chemisch-physiologischen Standpunkte aus zur Ausführung gekommen. Den leitenden Gesichtspunkt bildete der Wunsch, die chemischen Vorgänge, welche im Frühjahr beim Erwachen des Knospenlebens thätig sind, näher zu studiren. Der Saft der Birke und das Ahorn wurden zu diesem Zweck in verschiedenen Zeiten der Periode und aus verschiedenen Theilen der Bäume analysirt und mit einander verglichen. Zu gleicher Zeit wurden eine Reihe mikroskopischer Beobachtungen angestellt, durch welche die morphologischen und mikrochemischen Veränderungen, bei Entfaltung und Ausbildung der Knospen erforscht werden sollten. Im Frühjahr 1863 und 1864 beschäftigte mich zunächst eine Untersuchung des Birkensaftes, an welche sich dann im Frühjahr 1867 eine Untersuchung des Ahornsaftes anschloss. Indem es mir in Folgendem hauptsächlich darum zu thun ist, einen Vergleich der Ergebnisse für Birke und Ahorn zu geben, muss ich, in Bezug auf die Details der Einzeluntersuchungen, auf meine beiden diesem Gegenstande gewidmeten Abhandlungen[1]) verweisen.

Zunächst sei es erlaubt ein paar Worte über die Dauer der Blutungszeit vorauszuschicken. Die Untersuchungen ergaben, wie bereits von Hofmeister festgestellt war, eine sehr ungleiche Zeit für die in verschiedenen Höhen befindlichen Theile ein und desselben Baumes. Bei Ahorn und Birke bluteten die unteren Stammtheile früher, als die höher gelegenen. Ebenso war der Saftausfluss in den oberen Partien früher beendet als unten. Im Frühling 1864 wurde an einer Birke unmittelbar über der Erde der erste Saftausfluss am 5. April beobachtet, während

---

[1]) Untersuchung der chemischen Constitution des Frühjahrssaftes der Birken, seiner Bildungsweise und weiteren Umwandlung bis zur Blattbildungsperiode. — Archiv der Naturkunde Liv-, Esth- und Kurlands, II. Serie, Bd. VII, 1865. — Beitrag zur Kenntniss der Frühjahrsperiode des Ahorn (Acer platanoïdes L.) Pringsheim, Jahrbücher der wissenschaftlichen Botanik 1869.

etwas höher hinauf kein Saft erhalten werden konnte. Es wurden von Meter zu Meter kleine Röhrchen mit angehängten Auffangeflaschen am Stamm angebracht, und täglich Beobachtungen angestellt. Für je ein Meter waren ungefähr zwei Tage nöthig, so dass der Ausfluss in 7 Meter Höhe erst 14 Tage später, d. h. den 19. April stattfand. Bei einem Ahornbaum, welcher durch die ganze Blutungszeit hindurch im Frühling 1867 an 10 verschiedenen Stellen beobachtet wurde, zeigten sich folgende Verhältnisse:

Höhe des Bohrloches über der Erde.	Anfang des Blutens.	Ende des Blutens.	Dauer der Periode in Tagen.
0,3 Meter	19. April	19. Mai	31
1,3 »	20. »	16. »	27
2,3 »	21. »	16. »	26
3,3 »	27. »	16. »	20
4,3 »	27. »	16. »	20
5,3 »	28. »	16. »	19
6,3 »	5. Mai	16. »	12
7,3 » / 8,3 » / 9,3 »	11. »	12. »	2

Hier ist die Differenz in der Länge der Blutungszeit hauptsächlich dadurch bedingt, dass der Saft in eine weiter nach oben gelegene Partie später hinkommt, während am Ende gleichsam plötzlich der Saft in einer mehr oder weniger langen Strecke des Stammes ausbleibt. Die Differenz zwischen der Blutungszeit unten: 31 Tage und oben: 2 Tage, ist indessen sehr bedeutend. In analoger Weise beobachtete ich, wie die Wurzel früher zu bluten begann, und später aufhörte, als der Stamm. Während ein Stammbohrloch bei einer Birke unmittelbar über der Erde am 9. Mai (1863) um Mittagszeit versiegte, gab ein Wurzelbohrloch in 2,9 Meter Entfernung vom Stamm noch bis zum Abend des 11. Saftquantitäten, welche zur Untersuchung ausreichten. Beim Ahorn zeigte ein Stammbohrloch an der Erde den Beginn des Blutens am 27. April (1867), während ein Wurzelbohrloch in ein Meter Entfernung vom Stamm seit dem 24. reichliche Saftquantitäten ausgab.

Was die Dauer der ganzen Periode anlangt, so stellt sich dieselbe für die Birke länger, als für den Ahorn. Vergleicht man bei beiden Bäumen den Stamm an der Erde, so fand sich beim Ahorn die Dauer des Saftausflusses vom 19. April bis 19. Mai also genau einen Monat; bei der Birke wurde 1864 der Beginn am 5. April und das Ende am 22. Mai bestimmt, also eine Dauer von 48 Tagen. Im Frühling 1867 blutete eine Birke 9 Tage länger, als der Ahorn, und stand bereits in vollem Saft, als beim Ahorn der Anfang beobachtet wurde. Der Beginn der Blutungszeit ist für die Birke bei Dorpat etwa Anfang April, der Ahorn kommt eine Woche später, und endet auch etwa eine Woche früher.

Die chemische Untersuchung musste in erster Linie den Zucker, als den wichtigsten und hervorragendsten Bestandtheil der Blutungssäfte, in den Kreis der Betrachtung ziehen. Nächst dem Zucker wurden das Eiweiss, die Mineralbestandtheile und die sowohl im Birken- wie Ahornsafte aufgefundene Aepfelsäure einer näheren Untersuchung unterworfen.

I. Zucker.

Der im Birkensafte enthaltene Zucker ist Fruchtzucker. Seine Lösung dreht die Polarisationsebene nach links. Beim Kochen löst er sich leicht in Alkohol von 95 Proc. Rohrzucker konnte im Birkensafte niemals aufgefunden werden. Der Ahornzucker dagegen ist Rohrzucker, dem niemals eine andere, die alkalische Kupferlösung direct reducirende, Zuckerart beigemengt ist. Beim Eindampfen lässt sich der Ahornzucker leicht in Krystallen erhalten, während der Birkenzucker bei dieser Behandlung nicht krystallisirt. Die quantitative Bestimmung wurde nach der Trommerschen Methode ausgeführt, wobei der um's Zehnfache verdünnte Saft bei der Birke direct, beim Ahorn nach vorhergegangener Behandlung mit einigen Tropfen Schwefelsäure zur Anwendung kam.

Zu verschiedenen Zeiten der Blutungsperiode, sowie aus verschiedenen Theilen desselben Baumes gewonnen, zeigen Ahornsaft sowohl, als Birkensaft, einen wechselnden Zuckergehalt, der

beim Ersteren im Allgemeinen immer grösser ist, als bei Letzterem. Beim Birkensaft fand sich, als höchste Zahl aller Bestimmungen, 1,92 Proc., als kleinste 0,34 Proc., beim Ahornsaft vor das Maximum 3,71 Proc., das Minimum 1,15 Proc., so dass die höchste Zahl hier nahezu doppelt so gross ist, als die höchste Zahl beim Birkensaft.

Welches ist nun die physiologische Bedeutung des Zuckers in den Blutungssäften — woraus entsteht er, und zu welchen Zwecken wird er verwendet? Auf die Beantwortung dieser beiden Hauptfragen kommt es hier wesentlich an. Sowohl beim Ahorn als bei der Birke finden sich bedeutende Mengen Reservestärke in der Rinde und im Holzkörper abgelagert. Eine genauere mikroskopische Untersuchung führt ausserdem beim Vergleiche beider Bäume zur Ueberzeugung, dass die Stärkemengen beim Ahorn bedeutender sind, als bei der Birke. Den Zucker von der Reservestärke abzuleiten, ist eine Annahme, welche sich hier der Betrachtung ohne Zweifel als die erste darbieten muss. Würde sich die Menge der Stärke in bestimmten Theilen des Baumes während der Blutungszeit vermindern, oder gar vollkommen verschwinden, dann würde unsere Annahme durch einen bedeutenden Wahrscheinlichkeitsgrund gestützt sein. Diesen Beweis direct beizubringen ist mir aber in keinem Falle gelungen. Sehen wir uns indessen auf verwandten Gebieten um, so finden wie bei den genauer untersuchten Keimungsvorgängen, deren Chemismus ohne Zweifel mit dem hier in Frage stehenden in Parallele gesetzt werden kann, Umwandlungen der Reservestärke als allgemein verbreitete Thatsache festgestellt. Sachs hat gezeigt, wie in Geweben, welche in Streckung begriffen sind, Zucker auftritt, der nur auf die gleichzeitig vorhandene und proportional der Zuckerbildung verschwindende Reservestärke zurückgeführt werden kann. Wenn sich nun auch hier, während der Blutungsperiode selbst, eine Verminderung der Stärke nicht nachweisen lässt, so tritt dieselbe nichtsdestoweniger ein, wenn die Beobachtung über die Grenzen dieses Zeitraumes hinausgeführt wird. Famintzin und Borodin haben gezeigt, wie bei der Birke transitorische Stärke auftritt, die bei beginnender Streckung resorbirt wird. Eine mikroskopische Untersuchung, welche ich über

die Entwickelung der Ahornknospen ausführte, gab ein ähnliches Resultat. Es liess sich mit grosser Entschiedenheit der Nachweis liefern, wie die Stärke, sowohl in der Rinde, als im Holzkörper, verschwindet und das Material hergiebt zur Entfaltung der Knospen. Diese Thatsachen dürften vom theoretischen Standpunkte aus genügen, die Herkunft des Zuckers von der Reservestärke zu beweisen. Indem wir daher annehmen, die absolut vorhandenen Stärkemengen seien im Verhältniss zu den während der Blutungszeit in Zucker umgesetzten zu bedeutend, um der Beobachtung auf mikroskopischem Wege eine Verminderung zu zeigen, müssen wir den directen Nachweis späteren Untersuchungen fürs Erste vorbehalten.

Unsere Annahme gewinnt nun aber an Wahrscheinlichkeit, wenn sich hier, wie ich sogleich zeigen werde, eine ähnliche physiologische Bestimmung des Zuckers wie bei den Keimungsvorgängen nachweisen lässt, d. h. eine Umwandlung des Zuckers in Cellulose.

Ungleich leichter, als beim Ahorn, lässt sich aus den Veränderungen, welche der Zuckergehalt des Blutungssaftes während der Frühjahrsperiode erleidet, und aus den Verschiedenheiten, welche er zu derselben Zeit in verschiedenen Höhen des Stammes zeigt, bei der Birke ein Schluss in Bezug auf seine physiologische Bestimmung ziehen. Während es beim Ahorn fast unmöglich ist, Beziehungen des sich ändernden Zuckergehaltes zum erwachenden Knospenleben aufzufinden, geht dies bei der Birke leicht und ohne Schwierigkeiten. Wie nun im Laufe der vorliegenden Untersuchungen der Birkensaft zuerst genauer studirt wurde, so möge auch hier zuerst eine Betrachtung desselben vorausgeschickt werden, ehe wir uns zu einem Vergleich der Verhältnisse beim Ahorn wenden.

Bohrt man einen voll im Safte stehenden Birkenbaum in verschiedenen Höhen an, so findet man den Zuckergehalt überall verschieden. Es zeigt sich aber bald eine Gesetzmässigkeit. Von der Erde aufsteigend, nimmt der Zuckergehalt bis zu einer gewissen Höhe hinauf zu, um dann, weiter nach oben hin, wieder abzunehmen. Das Maximum liegt gewöhnlich nur ein paar Meter

über der Erdoberfläche. Folgende Bestimmungen vom 14. und 19. April 1864 werden diese Thatsachen veranschaulichen:

Höhe des Bohrloches über der Erde in Metern.	14. April.	19. April.
	Zucker-Proc.	
0	1,39	1,11
1	1,32	1,19
2	1,32	1,31
3	1,60	1,29
4	1,24	1,21
5,5	0,63	0,74
7	0,74	0,66

Man sieht hier ausserdem, wie am 19. April, also 7 Tage später, fast in allen Bohrlöchern der Zuckergehalt geringer geworden. Diese Thatsache wird besonders deutlich, wenn man den Gehalt des Saftes im Stamm unmittelbar über der Erde durch die ganze Blutungszeit hindurch beobachtet. Man findet dann vom Anfange an eine Zunahme bis zu einem Maximum, und dann ziemlich stetige Verringerung bis zum Ende der Periode. Folgende Zahlenreihe diene als Beleg dieser Thatsache:

Birke. Frühling 1864. Bohrloch unmittelbar über der Erde.

Datum.	Zucker-Proc.	Datum.	Zucker-Proc.	Datum.	Zucker-Proc.
Beginn des Blutens.		21. April	1,08	7. Mai	0,96
5. April	1,25	22.	1,09	8.	0,96
6.	—	23.	—	9.	0,98
7.	—	24.	1,06	10.	0,94
8.	1,39	25.	0,96	11.	0,90
9.	1,40	26.	1,04	12.	0,89
10.	—	27.	1,05	13.	0,84
11.	1,35	28.	1,01	14.	0,80
12.	1,35	29.	0,99	15.	—
13.	1,30	30.	1,04	16.	0,92
14.	1,27	1. Mai	1,03	17.	0,90
15.	1,25	2.	1,01	18.	0,94
16.	1,20	3.	1,01	19.	0,94
17.	1,09	4.	1,03	20.	0,71
18.	1,11	5.	1,02	21.	0,73
19.	1,09	6.	1,06	22.	0,69
20.	1,06			Ende des Blutens.	

Einmal nimmt also der Zuckergehalt während der Blutungsperiode im Allgemeinen ab, und dann wird die Concentration im Stamm nach oben hin geringer. Beide Thatsachen, die durch mehrfach wiederholte Controlbeobachtungen als sicher erwiesen zu betrachten sind, lassen sich leicht verstehen, wenn ein Verbrauch von Zucker in den jungen Trieben stattfindet. Die absolute Abnahme ist eine Folge des Verbrauches überhaupt, die geringere Concentration oben eine Folge der gerade dort hauptsächlich stattfindenden Umsetzung des Zuckers, und zugleich ein Beweis für eine vorhandene ausgleichende Diffusionsströmung, durch welche Zucker aus den unteren Stammpartien in die höher gelegenen und nach den Verbrauchsstätten hin geführt werden muss. Um hier eine sichere Ueberzeugung zu gewinnen, kommt es also darauf an, zu zeigen, dass der Zuckergehalt von der Knospenentwickelung abhängig sei, dass beide in unsächlichem Zusammenhange stehen. Vergleichende Beobachtungen, die ich im Frühjahr 1863 in der Nähe Dorpat's in einem Birkenwalde anzustellen Gelegenheit hatte, gaben mir den Beweis einer vorhandenen Beziehung zwischen Zuckergehalt und Knospenausbildung. Bei Betrachtung eines grösseren Birkenbestandes regte sich die Frage nach den Differenzen, welche bei verschiedenen Bäumen durch individuelle Eigenthümlichkeiten gegeben sein könnten. Bei gleichen äusseren Bedingungen, gleichen Boden- und Witterungsverhältnissen durften die Grenzen der individuellen Schwankungen als nur enge vorausgesetzt werden. Ich war daher nicht wenig erstaunt ein diesen Erwartungen durchaus entgegengesetztes Resultat zu finden. Vom 6. bis zum 12. Mai wurde bei nahe neben einander stehenden Bäumen der Zuckergehalt des Saftes in der Nähe der Erde von 0,47 Proc. bis 1,66 Proc. wechselnd gefunden. Diese Verschiedenheit, die ich zuerst mit wenig Erfolg auf Alter, Grösse etc. der Bäume zu beziehen versuchte, erklärte sich bald, als ich, von theoretischen Betrachtungen geleitet, die Knospenentwickelung näher ins Auge fasste. Es zeigte sich, wie ein grösserer oder geringerer Zuckergehalt des Saftes bedingt war durch eine weniger oder mehr fortgeschrittene Knospenentwickelung. Durch die Betrachtung der Knospen zweier Bäume bestimmte ich im Voraus, welcher von

Beiden den grösseren Zuckergehalt zeigen würde. Die darauf folgende Bestimmung bestätigte die Voraussetzung. Es zeigte sich der geringere Gehalt bei entwickelteren Knospen, der grössere bei weniger entwickelten. So fand sich am 6. Mai bei zwei Bäumen, die nur um einige Fuss von einander entfernt standen, bei einem ein Zuckergehalt von 1,25 Proc., während der andere 1,66 Proc. hatte. Ersterer war aber schon mit einer Anzahl ganz kleiner Blättchen bedeckt, während Letzterer erst eben aufbrechende Knospen zeigte.

Der Zuckergehalt eines Baumes steht zur Knospenentwickelung in umgekehrtem Verhältniss; der absolute Zuckergehalt nimmt während der Blutungsperiode ab; die Concentration des Saftes in Bezug auf Zucker ist in den oberen Stammtheilen kleiner, als in den unteren. In diesen 3 Sätzen scheint mir der Beweis zu liegen, dass bei der Birke während der Blutungsperiode Zucker von den Knospen verbraucht wird oder, wenn man sich so ausdrücken darf, Zucker in Cellulose umgewandelt wird.

Wenden wir uns nun zum Ahorn.

Es lag nahe, bei dem Blutungssafte des Ahorn ähnliche Unterschiede vorauszusetzen, wie sie beim Birkensafte gefunden waren. In der That ging ich im Frühjahr 1867 an die Untersuchung des Ahornsaftes im Glauben, es handele sich nur um Feststellung vorhandener Identitäten. Wie wenig indessen diese Annahme durch den Erfolg gerechtfertigt wurde, sollen die folgenden Auseinandersetzungen zeigen. Vor Beginn des Saftsteigens wurde der Versuchsbaum an 10 verschiedenen Stellen angebohrt. Das unterste Bohrloch war 0,30 Meter über der Erde angebracht und wurde mit No. 0 bezeichnet. Jedes folgende Bohrloch war um ein Meter höher angelegt, so dass die No. desselben die Höhe über der Erde in Metern angiebt, wenn 0,30 hinzugefügt wird. Die ganze Höhe des Baumes betrug 12 Meter. Da das oberste Bohrloch No. IX 9,3 Meter über der Erde sich befand, so blieb nur die 3 Meter lange Stammspitze aus der Untersuchung ausgeschlossen. Die Verästelung des Baumes begann bei Bohrloch No. I und setzte sich sehr gleichmässig von hier nach oben zu auf allen Seiten des Stammes zum Gipfel

hinauf fort. Die Zuckerbestimmungen ergaben nun folgende Resultate:

Datum.	No. 0.	No. I.	No. II.	No. III.	No. IV.	No. V.	No. VI.	No. VII.	No. VIII.	No. IX.
19. April	2,51									
20.	2,67	*)								
21.	2,70	3,10	2,58							
22.	2,44	? **)	? ***)							
23.	—	—	—							
24.	—	—	—							
25.	—	—	—							
26.	—	—	—							
27.	2,00	2,99	2,57	2,62	2,51					
28.	2,58	2,49	2,58	2,73	2,57	2,97				
29.	2,73	3,03	2,99	3,42	—	—				
30.	3,06	3,17	—	—	—	—				
1. Mai	? **)	? **)	—	—	—	—				
2.	—	—	—	—	—	—				
3.	2,49	2,97	—	—	—	—				
4.	2,46	—	—	—	—	—				
5.	2,64	2,26	? **)	3,28	2,79	3,30	2,88			
6.	2,64	2,88	—	—	—	—	—			
7.	2,32	2,46	3,15	3,39	2,84	3,25	3,14			
8.	2,29	—	—	—	—	—	—			
9.	2,18	2,17	3,19	3,44	2,38	3,28	2,70			
10.	—	—	—	—	—	—	—			
11.	—	—	—	—	—	—	—	? *)	? *)	? *)
12.	1,88	1,41	3,21	3,17	2,76	3,39	3,17	3,72	3,30	3,71
13.	1,92	1,22	2,88	2,64	—	3,17	—			
14.	1,76	1,15	2,40	2,16	? **)	2,73	2,83			
15.	? **)	? **)	? **)	? **)	? **)	? **)	? **)			
16.	1,92	? **)	? **)	2,21	? **)	2,12	2,79			
17.	1,94									
18.	1,83									
19.	1,76									

*) Beginn des Ausflusses, aber zu wenig zur Bestimmung.

**) Zu wenig zur Bestimmung.

***) Bestimmung verunglückt und kein Material weiter vorhanden.

— Ausfluss sistirt.

Wenn man bei der Birke je weiter nach oben den Saft um so ärmer an Zucker findet, so hat man hier durchaus das Gegentheil. Abgesehen von kleineren Abweichungen könnte man im Allgemeinen sagen: der Saft wird um so reicher an Zucker, je weiter man im Stamm nach oben kommt. Das Maximum des Zuckergehaltes liegt bei der Birke unten, beim Ahorn oben. Die grössere Concentration des Ahornsaftes an Zucker könnte,

wie ich schon früher andeutete, erklärt werden durch den grösseren Stärkegehalt, den der Holz- und Rindentheil beim Ahorn im Gegensatz zur Birke zeigt. Aber auch die relative Vertheilung der Stärke ist hier anders. Während bei der Birke in den dünneren Zweigen relativ wenig Stärke sich zeigt und das Hauptreservoir unten liegt, so fand ich beim Ahorn in den dünneren Zweigen zum Mindesten nicht weniger, als weiter nach unten. Diese Differenz könnte schon an sich einen Unterschied in der Concentrationsvertheilung des Saftes bedingen, wenn nicht bei der Birke der von den Knospen ausgehende Verbrauch ebenfalls dahin wirken müsste, den Saft oben noch diluirter zu machen. Wie stellt sich nun beim Ahorn die Knospenentwickelung während der Blutungsperiode? Eine dahin zielende Untersuchung ergab, dass die Ahornknospen während der Blutungszeit so gut wie unthätig sind. Eine Grössenzunahme war kaum festzustellen, eine Aenderung in der Stoffvertheilung trat nicht ein. Das Anschwellen der Knospen begann aber bald nach Beendigung des Saftsteigens. Auch die Thätigkeit des Cambiumringes in den dünnsten Aestchen beginnt nicht in dieser Zeit, sondern erst später nach Entfaltung der Knospen. Zwei Umstände sind es also, welche hier einen Unterschied bedingen könnten, und beide müssten dahin wirken, den Ahornsaft concentrirter als den Birkensaft zu machen. Einmal wird beim Ahorn vermöge des grösseren Stärkegehaltes mehr Zucker gebildet, und dann findet von den Knospen ein geringerer Verbrauch statt. Die Blutungsperiode ist ja nur ein Theil des Zeitraumes, in welchem die Knospen zur Entwickelung gelangen, und den man passend die Reservestoffperiode nennen könnte. Alle hier betrachteten Verhältnisse zeigen, wie beim Ahorn die Blutungszeit einen früheren, bei der Birke einen späteren Abschnitt der ganzen Reservestoffperiode einnimmt.

Die relative Unthätigkeit der Ahornknospen, die in den höheren Theilen des Stammes grössere Concentration in Bezug auf Zucker sind Thatsachen, welche sich gegenseitig erklärend ergänzen und beim Ahorn die geringere Intensität der Lebenserscheinungen überhaupt während der Blutungszeit anzeigen.

Wenn wir nun angesichts dieser Thatsachen die Frage aufwerfen: ob nicht dennoch beim Ahorn in der Blutungszeit ein wenn auch geringer Zuckerverbrauch stattfindet, dann bleibt uns von den bei der Birke angewendeten Betrachtungsweisen nur eine übrig. Wir müssen aufzufinden suchen, ob der absolute Zuckergehalt sich in unserer Periode verringert oder vergrössert. Hier kann man natürlich nicht in der Weise verfahren, wie wir es bei der Birke gethan, indem wir unsere Betrachtung an die Resultate der Zuckerbestimmungen knüpften, welche in dem Safte eines Bohrloches unmittelbar über der Erde gewonnen waren. Bei der Birke kommt der Zuckergehalt im Safte nahe der Erde dem Maximum des Zuckergehaltes im ganzen Baume nahe und konnte daher für das Letztere substituirt werden. Beim Ahorn wäre dies Verfahren fehlerhaft, und wir würden hier richtiger handeln, das höchste oder eins der höchsten Bohrlöcher zu wählen, welche den zuckerreichsten Saft geben. Da diese Bohrlöcher aber nur sehr kurze Zeit Saft ausgeben, so kann dies Verfahren nicht angewendet werden. Für die Zeit vom 28. April bis zum 16. Mai können wir das 5 Meter lange untere Stammstück des Versuchsbaumes einer Betrachtung unterziehen, indem wir aus allen, in diesem Theile vorhandenen, Bestimmungen ein Mittel berechnen. Die folgenden Zahlen sind in dieser Weise gewonnen, und es sei dabei nur bemerkt, dass die fehlenden Zahlen an den Tagen, wo in einem Bohrloche der Saftausfluss sistirt war, nach dem Gange der betreffenden Curve interpolirt worden sind:

Datum.	Zucker-Proc.	Datum.	Zucker-Proc.
28. April	2,74	7. Mai	2,90
29. »	2,97	8. »	2,85
30. »	3,06	9. »	2,77
3. Mai	2,97	12. »	2,64
4. »	2,91	13. »	2,37
5. »	2,90	14. »	2,05
6. »	3,02	16. »	2,12

Bis zum 30. April nimmt der absolute Zuckergehalt zu und erreicht hier ein Maximum von 3,06 Proc. Die darauf folgende Abnahme ist eine so langsame, dass erst am 9. Mai die Aus-

gangsmenge vom 28. April erreicht wird. Von dieser Zeit ab bleibt die Verringerung des Zuckergehaltes constant. Wie bei der Birke, so tritt also auch beim Ahorn eine Verminderung des absoluten Zuckergehaltes ein, wenn sie auch, entsprechend dem relativ geringen Knospenleben, hier nicht so gleichmässig und entschieden sich zeigt, wie dort.

So oft der Saft aus der Wurzel untersucht wurde, so fand sich stets ein analoges Verhältniss, wie in den höher gelegenen Stammtheilen. Je weiter man sich vom Stamm entfernte, um so mehr nahm bei der Birke in der Wurzel der Zuckergehalt ab, beim Ahorn dagegen wurde er grösser. Die Wurzel blutete auch früher und länger, als der Stamm in seinen unteren Partien.

II. Eiweiss.

Beim Aufkochen der Blutungssäfte, sowohl bei Ahorn als Birke, scheidet sich stets eine grössere oder kleinere Menge Eiweiss unlöslich ab. Beim Birkensaft wurde dasselbe durch directe Wägung bestimmt, beim Ahornsaft durch Verbrennung mit Natronkalk und Berechnung aus der Menge des gebildeten Ammoniaks. Die Resultate dieser Bestimmungen mit den gleichzeitig im Safte vorhandenen Zuckermengen ergeben sich aus folgender Zusammenstellung:

1 Liter Birkensaft enthält Zucker und Eiweiss:
(Bohrloch unmittelbar an der Erde. 1864.)

Datum.	Eiweiss.	Zucker.	Datum.	Eiweiss.	Zucker.
10. April	0,0200	14,0	28. April	0,0155	10,1
12. »	0,0287	13,5	1. Mai	0,0170	10,3
14. »	0,0241	12,7	2. »	0,0065	10,1
15. »	0,0307	12,5	4. »	0,0068	10,3
16. »	0,0330	12,0	6. »	0,0072	10,0
17. »	0,0213	10,9	7. »	0,0099	9,6
24. »	0,0273	10,6	19. »	0,0069	9,4
27. »	0,0165	10,5			

1 Liter Ahornsaft enthält Zucker und Eiweiss:
(1867.)

Bezeichnung des Bohrloches.		Datum.	Eiweiss.	Zucker.
No. 0	0,3 Meter über der Erde	27. u. 28. April	0,0205	22,9
		29. u. 30. April	0,0186	28,9
		3. Mai	0,0238	24,9
		5. Mai	0,0117	26,4
		7. Mai	0,0152	23,2
		16. Mai	0,0079	19,2
No. III	3,3 Meter über der Erde	7. Mai	0,0251	33,9
No. V	5,3 Meter über der Erde		0,0344	32,5
Stamm	0,25 Meter über der Erde	29. April	0,0081	14,9
Wurzel	1 Meter vom Stamm		0,0093	19,3
Stamm	0,25 Meter über der Erde	6. u. 12. Mai	0,0131	12,6
Wurzel	1 Meter vom Stamm		0,0130	18,6

Der absolute Eiweissgehalt des Saftes ist bei beiden Bäumen ziemlich gleich. Bei der Birke nimmt das Eiweiss zuerst bis zu einem Maximum zu, und verringert sich dann wieder. Beim Ahorn enthalten die oberen Theile des Stammes mehr, als die unteren. Die Wurzel zeigt in einem Fall einen grösseren, im anderen einen ebenso hohen Gehalt, als der Stamm. Auch beim Ahorn verringert sich das Eiweiss gegen Ende der Periode.

Alle diese Ergebnisse sind den für den Zucker gefundenen vollkommen analog. Aus dem gleichen Verhalten des Eiweisses und des Zuckers muss ihre gleiche physiologische Bedeutung hervorgehen. Wie der Zucker aus einem Reservestoff entsteht und verbraucht wird, so muss auch das Eiweiss in der Frühjahrsperiode gelöst und zur Knospenentwickelung verwendet werden — eine Thatsache, die mit den bisherigen Resultaten der Forschung auf verwandten Gebieten in vollkommener Uebereinstimmung steht.

III. Mineralbestandtheile.

Die Bestimmung der Mineralbestandtheile geschah, nach Eindampfen abgemessener Saftquantitäten, durch Einäschern der organischen Substanzen und Untersuchung der auf diesem Wege erhaltenen Aschen.

Betrachten wir zuerst die Summe der gefundenen Aschen, so haben wir für Birke und Ahorn folgende Ergebnisse:

Birke 1863. Vergleich des Aschengehaltes in 0,28 und 7,33 Meter Stammhöhe.

1 Liter giebt Asche:

Datum.	0,28 Meter Stammhöhe	7,33 Meter Stammhöhe
18. April	0,52	0,29
20. und 21. April	0,66	0,34
22. und 23. April	0,82	0,42
30. April	1,14	0,54

Birke 1863. Vergleich des Aschengehaltes im Saft des Stammes und der Wurzel.

1 Liter giebt Asche:

Datum.	Stamm 0,20 Meter von der Erde.	Wurzel 0,42 Meter vom Stamm.	Wurzel 2,90 Meter vom Stamm.
7. Mai	—	0,81	—
9. »	0,87	—	—
10. »	—	0,78	0,68

Birke 1864. Aschengehalt des Saftes im Stamm nahe der Erde. Ganze Blutungsperiode.

1 Liter giebt Asche:

Datum.	Asche.	Datum.	Asche.	Datum.	Asche.
11. April	0,50	21. April	0,87	6. Mai	0,86
13. »	0,53	24. »	0,90	10. »	0,88
15. »	0,57	26. »	1,00	12. »	0,86
17. »	0,64	28. »	1,06	14. »	0,91
19. »	0,72	2. Mai	1,08	18. »	0,97

Ahorn 1867. Aschengehalt des Saftes in 0,3, 3,3 und 5,5 Meter Stammhöhe.

1 Liter giebt Asche:

Stammhöhe.	Datum.	Asche.
0,30	27. u. 28. April	1,22
0,30	5. Mai	1,09
0,30	18. Mai	0,93
3,30	5. Mai	1,02
5,30	5. Mai	1,32

Ahorn 1867. Aschengehalt des Saftes im Stamm (0,25 Meter von der Erde entfernt) und der Wurzel 1 Meter vom Stamm.

1 Liter giebt Asche:

Stàmm den 5. Mai .	0,63
Wurzel den 5. Mai .	0,95.

Betrachtet man zunächst den Birkensaft, so ist es auffallend, wie verschieden sich die Menge der Asche in den einzelnen Theilen des Baumes zeigt. Ganz wie beim Zucker, so finden wir auch hier die Gesammtquantität der Asche oben im Stamm und in der Wurzel geringer, als im Stamm nahe der Erde. Dieses scheinbar gleiche Verhalten verschwindet aber bald, wenn man die Beobachtung eine längere Zeit fortsetzt. Man sieht dann, wie gegen Ende der Periode hin, die Aschenmenge bedeutend zunimmt, während ja beim Zucker eine Abnahme stattfindet. In der Zeit vom 18. bis zum 30. April hatte die Aschenmenge, sowohl unten als in 7 Meter Höhe, sich fast verdoppelt, während die Zuckermenge zu gleicher Zeit sich verringerte. Ebenso verdoppelte sich die Aschenmenge im Saft des Stammes an der Erde bei der Beobachtung im Frühling 1864. Vom 11. April, wo in einem Liter 0,50 gefunden war, stieg sie am 2. Mai auf 1,08, und hielt sich dann ziemlich gleich bis zum Ende, wo die Beobachtung mit 0,97 abgeschlossen wurde. Der Zucker war in derselben Zeit von 13,5 Grm. auf 9,4 Grm. im Liter gefallen. Beim Ahorn finden wir oben im Stamm und in der Wurzel, ebenso wie beim Zucker, mehr Asche im Saft als im Stamm an der Erde. Wie aber beim Ahorn der absolute Zuckergehalt gegen Ende der Periode weniger als bei der Birke abnimmt, so tritt auch eine Zunahme der Aschenbestandtheile nicht hervor — sie sind am Ende sogar in etwas geringerer Menge vorhanden. Aus diesen Beobachtungen würde hervorgehen, dass bei der Birke während der Blutungsperiode Mineralbestandtheile aus dem Boden schon aufgenommen oder doch aus einer vorher unlöslichen Form in eine lösliche übergeführt werden, während sie beim Ahorn in dieser Zeit im Stoffwechsel eine nur sehr geringe Rolle zu spielen scheinen. Die Zunahme der Mineralbestandtheile, der stärkere Verbrauch an Zucker und die bestimmt sich geltend

machende Knospenentwickelung bei der Birke stehen beim Ahorn dem geringen Zuckerverbrauch, der sich fast gleich bleibenden Menge an Mineralbestandtheilen und relativen Unthätigkeit der Knospen gegenüber. Auf beiden Seiten sind die Beobachtungen unter einander im Einklang und zeigen, wie bei der Birke die Blutungszeit in ein späteres Stadium der Knospenentwickelungsperiode fällt, als beim Ahorn. Wir wenden uns nun zu den Einzelergebnissen der Aschenanalysen und schicken die Resultate in tabellarischer Uebersicht voraus:

Birke 1863. Vergleich des Saftes in 0,28 und 7,33 Meter Stammhöhe.

1 Liter Saft enthält:

Datum.	Bohrloch.	KO	NaO	MgO	CaO	Fe_2O_3	PO_5	SO_3	Cl
18. April	unten	0,0848	0,0109	0,0403	0,1527	0,0011	0,0252	0,0104	0,0062
	oben	0,0873	0,0078	0,0204	0,0456	0,0006	0,0222	0,0061	0,0054
20. u. 21. April	unten	0,0852	0,0107	0,0648	0,2333	0,0012	0,0271	0,0137	0,0064
	oben	0,0934	0,0046	0,0319	0,0790	0,0008	0,0186	0,0065	0,0046
22. u. 23. April	unten	0,0893	0,0107	0,0705	0,3180	0,0031	0,0350	—	—
	oben	0,1009	0,0078	0,0360	0,1166	0,0011	0,0265	—	—
30. April	unten	0,1000	0,0235	0,0476	0,4530	0,0046	0,0862	—	—
	oben	0,1298	0,0115	0,0434	0,1423	0,0029	0,0290	—	—

Birke 1863. Vergleich des Saftes in Stamm und Wurzel.

1 Liter Saft enthält:

Datum.	Bohrloch.	KO	NaO	MgO	CaO	Fe_2O_3	PO_5
9. Mai	Stamm 0,20 Meter von der Erde	0,1404	0,0279	0,0973	0,2540	0,0085	0,0291
7. Mai	Wurzel in 0,42 Met. Entferng. v. Stamm	0,1555	0,0219	0,0622	0,2033	0,0034	0,0424
		0,1636	0,0332	0,0715	0,1922	0,0050	0,0291
10. Mai	Wurzel in 2,90 Met. Entferng. v. Stamm	0,1502	0,0272	0,0647	0,1586	0,0067	0,0335

Ahorn 1867. Vergleich des Saftes in 0,30 (No. 0) in 3,3 (No. III) in 5,5 (No. V) Meter Stammhöhe. Vergleich des Saftes im Stamm in 0,25 Meter Höhe und der Wurzel in einem Meter Entfernung vom Stamm.

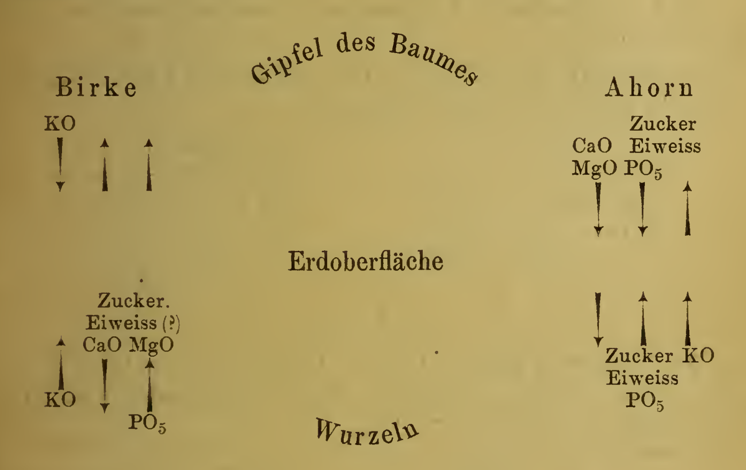
1 Liter Saft enthält:

Datum.	Bohrloch.	KO	NaO	MgO	CaO	Fe_2O_3	PO_5
27. u. 28. April	No. 0	0,2708	0,0086	0,0584	0,2404	0,0050	0,0968
5. Mai	No. 0	0,3529	0,0040	0,0660	0,2262	0,0012	0,0646
18. »	No. 0	0,3009	0,0073	0,0524	0,1462	0,0091	0,0357
5. »	No. III	0,3321	0,0321	0,0673	0,2142	0,0112	0,0415
5. »	No. V	0,1345	0,0182	0,0921	0,2655	0,0067	0,0973
5. »	Stamm	0,1661	0,0056	0,0304	0,1798	0,0019	0,0354
5. »	Wurzel	0,1857	0,0138	0,0281	0,0644	0,0025	0,0474

Vergleichen wir die Mineralbestandtheile bei Ahorn und Birke zu einer Zeit, wo die Gesammtquantität der Salze bei beiden Bäumen ziemlich gleich ist (also etwa beim Ahorn No. 0 alle 3 Mal und Birke unter 30. April), so findet man den Ahornsaft fast 3 Mal so reich an Kali, während im Birkensaft der Kalk vorherrscht. Bei der Birke ist das Kali im Safte der höheren Stammtheile und in der Wurzel in grösserer Menge vorhanden und vermindert sich von hier zum ältesten Stammtheile hin. Beim Ahorn kommt dasselbe Vertheilungsgesetz der Phosphorsäure zu. Bei der Birke ist die Phosphorsäure im Safte der Wurzel in grösserer Menge vorhanden, als im Stamm unten, in diesem nimmt sie mit der Höhe ab. Dasselbe Vertheilungsgesetz kommt beim Ahorn dem Kali zu. Im Birkensaft sind Kalk und Magnesia in der Wurzel und den oberen Stammtheilen in geringster Menge vorhanden, im Safte des Stammes unten in grösster Menge. Im Ahornsafte sind dagegen Kalk und Magnesia in der Wurzel in geringster Menge vorhanden, sie nehmen nach dem Stamm hin und im Safte desselben proportional der Höhe zu. Ueber Natron, Eisenoxyd, Schwefelsäure und Chlor lässt sich noch kein bestimmtes Urtheil abgeben, da diese Stoffe entweder in sehr geringer Menge vorhanden sind oder die betreffenden Bestimmungen wegen Mangel an Material nicht ausgeführt werden konnten. Zucker und allem Anschein nach auch Eiweiss sind bei der Birke vertheilt wie Kalk und Magnesia, beim Ahorn

schliessen sie sich dem Vertheilungsgesetz der Phosphorsäure an.

Bezeichnen wir mit einer Pfeilrichtung eine jedenfalls vorhandene ausgleichende Diffusionsbewegung vom Concentrirteren zum Diluirteren, so haben wir folgenden Vergleich des Stoffwechsels:



IV. Aepfelsäure.

Wurde der Ahorn- oder Birkensaft eingedampft, mit dem gleichen Volum Alkohol von 95 Proc. versetzt und längere Zeit sich selbst überlassen, dann nahm ein zuerst entstandener amorpher Niederschlag krystallinische Form an. Die von der überstehenden Flüssigkeit gereinigten Krystalle stellten sich sehr bald durch qualitative Untersuchung als äpfelsaurer Kalk heraus. Die Analyse des Silbersalzes, sowie die Untersuchung des Kalksalzes bestätigten dieses Resultat und erwiesen das Letztere als neutrales Salz.

1) Birke.

1,2560 Silbersalz gaben: CO_2 = 0,6383; C = 0,1741 oder 13,86 Proc. — HO = 0,1510; H = 0,0168 oder 1,33 Proc. Die Silberbestimmung gab: 61,26 Proc.

	Analyse	Theorie
C —	13,86	13,79
H —	1,33	1,15
Ag —	61,26	62,07
O —	(22,55)	22,99

Die Constitution des Kalksalzes ergab sich aus folgenden Bestimmungen:
1,0355 Kalksalz gaben 0,1721 HO und 0,2781 CaO, was dem neutralen äpfelsauren Kalk entspricht:

Analyse			Theorie		
CaO —	0,2781 —	26,85	2CaO —	56 —	26,92
$\overline{M}$ —	(0,5853) —	56,54	$\overline{M}$ —	116 —	55,77
HO —	0,1721 —	16,61	4HO —	36 —	17,31
	1,0355	100,00		208	100,00

2) Ahorn.

0,8325 Silbersalz gaben: CO_2 = 0,4152; C = 0,1132 oder 13,60 Proc. — HO = 0,0940; H = 0,0104 oder 1,12 Proc. Silberbestimmung gab 61,51 Proc.

	Analyse	Theorie
C —	13,60	13,79
H —	1,12	1,15
Ag —	61,51	62,07
O —	(23,77)	22,99

0,8472 Kalksalz gaben 0,1290 HO und 0,2292 CaO; ebenfalls entsprechend dem neutralen Salz:

Analyse		
CaO —	0,2292 —	27,04
$\overline{M}$ —	(0,4890) —	57,71
HO —	0,1290 —	15,25
	0,8472	100,00

Ueber die Veränderungen, welche der Saft im Gehalt an Aepfelsäure erleidet, habe ich beim Ahorn aus Mangel an Material leider keine Bestimmungen ausführen können. Bei der Birke ergab sich dagegen, dass die Aepfelsäure, ebenso wie die Summe der Mineralbestandtheile gegen Ende der Periode hin, zunimmt, wenn diese Vermehrung auch nicht gerade eine sehr

bedeutende und regelmässige genannt werden konnte. Die Zahlen, welche hierbei erhalten wurden, zeigt folgende Zusammenstellung:

1864. 1 Liter Birkensaft enthält an Aepfelsäure (Saft des Stammes nahe der Erde):

Datum.	Aepfelsäure.	Datum.	Aepfelsäure.
11. April	0,3324	29. April	0,5642
14. »	0,2340	1. Mai	0,5280
16. »	0,4493	7. »	0,4364
18. »	0,5157	9. »	0,4207
20. »	0,5203	11. »	0,3564
22.u.23.April	0,3794	13. »	0,3459
25. April	0,5564	19. »	0,4379
27. »	0,6071		

Mikroskopische Untersuchung der Knospenentwickelung beim Ahorn.

Die Blutungsperiode des Ahorn dauerte, wie schon oben angegeben wurde, vom 19. April bis zum 19. Mai 1867, und in dieser Zeit liessen sich an den Knospen keinerlei Veränderungen in der Stoffvertheilung oder Grössenzunahme nachweisen. Es lag mir nun daran, durch fortgesetzte Beobachtungen der Knospenentwickelung festzustellen, wie gross die Periode der Letzteren überhaupt und welchen Theil derselben die Zeit des Saftsteigens ausmache. Zu diesem Zweck wurden die Knospen am 16. Mai (also kurz vor Ende des Blutens) mit denen vom 16. April verglichen. Hieran reihte sich eine Untersuchung am 24. Mai, als die Knospen eben im Aufbrechen waren, und am 11. Juni, als die Blüthen ihre volle Entwickelung erlangt hatten. Den Abschluss fand die Untersuchung am 22. Juni, wo es zum ersten Mal gelang in den Chlorophyllkörnern der Blätter Stärke nachzuweisen. Mit diesem Auftreten der Stärke in den Chlorophyllkörnern muss die Reservestoffperiode als beendet angesehen werden, denn nun produciren die Blätter aus unorganischem Material organischen Stoff, der nicht mehr zur eignen Entwickelung verbraucht wird. Somit würde die Zeit des Saftsteigens beim Ahorn

die erste Hälfte der Reservestoffperiode ausmachen. Die Stoffe, auf welche bei diesem Theil der Untersuchung hauptsächlich Rücksicht genommen wurde, waren: Stärke, Eiweiss und Gerbstoff. Die Stärke und das Eiweiss wurden nach den gewöhnlich bei mikrochemischen Untersuchungen gangbaren Methoden nachgewiesen, bei dem Gerbstoff bediente ich mich dagegen einer Reaction mit doppelt chromsaurem Kali, welche zuerst von Sanio vorgeschlagen, später aber meines Wissens nicht in Anwendung gekommen ist. Der dunkelbraune voluminöse Niederschlag, den Gerbstoff mit dem doppelt chromsauren Kali giebt, ist eine Verbindung von Chromoxyd mit einem Oxydationsproduct des Gerbstoffs; er ist sehr geeignet überall da, wo es sich um genauere Localisirung des Gerbstoffes handelt und wo man Fehlern, welche durch Ausfliessen des Zellinhaltes bei der Präparation entstehen, nur zu leicht ausgesetzt ist. Vor der Untersuchung überzeugte ich mich von der Anwendbarkeit des chromsauren Kalis durch eine Reihe von Controlreactionen, die ich an den fraglichen Objecten mit den bekannten Gerbstoffreagentien ausführte. Bei der Arbeit selbst wurden die zu untersuchenden Pflanzentheile unversehrt in die Lösung des chromsauren Kali gethan und erst später die Schnitte angefertigt. Die auf diesem Wege erhaltenen Präparate sind sehr schön und geben ein überaus bestimmtes Bild von der Vertheilung des Gerbstoffs.

Wenn während der ganzen Blutungsperiode bis zum 19. Mai keinerlei Regung des Knospenlebens sich zeigte, so waren auch die Aenderungen, welche bis zum 24. Mai erfolgt waren, nur gering zu nennen. Die Laubknospen zeigen noch dieselben Grössenverhältnisse, wie am Anfang. Die Blüthenknospen sind dagegen vorausgeeilt und lassen sich an der Grösse jetzt leicht äusserlich von den Laubknospen unterscheiden. Eine Aenderung in der Stoffvertheilung hat nicht stattgefunden. Alle stärkeleitenden Gewebe sind wie früher reichlich mit Stärke erfüllt. Alle Gewebe sind saftreicher geworden. Bei jedem Schnitt, den man durch einen Trieb führt, quillt Milchsaft in reichlicher Menge aus den Milchsaftgefässen hervor.

In der Periode vom 24. Mai bis zum 11. Juni sind in allen Knospentheilen sehr bedeutende Streckungen eingetreten

und die Blüthenorgane haben ihre definitive Grösse erreicht. Um hier einigen Anhalt zu geben, führe ich ein paar Messungen an. Die Länge des grössten Laubblattes aus einer Blüthenknospe beträgt am Mittelnerv 35 Mm., der zugehörige Stiel 15 Mm. Die Länge des grössten Laubblattes aus einer Laubknospe ist am Mittelnerv 15 Mm. der zugehörige Stiel 6 Mm. Wie man sieht, sind die aus den Blüthenknospen stammenden Blätter den aus der Laubknospe sich entwickelnden um ein Stück voraus. Von den Deckschuppen sind nur die beiden innersten Paare bedeutend entwickelt, die folgenden wenig, die äussersten sind vertrocknet. Auch hier findet man die Deckschuppen der Blüthenknospen grösser, als die der Laubknospen. Die Stärkevertheilung in allen Elementen des vorigjährigen Triebes, der nicht in die Länge wächst, ist noch wie am Anfang und man nimmt, ungeachtet des augenscheinlichen Verbrauches von Seiten des diesjährigen Sprosses, noch keine Verminderung wahr; die Reactionsintensität ist im Gegentheil überall noch gesteigert. Das Vorhandensein einer leitenden Verbindung in den Stärkeschichten und parenchymatischen Geweben ist in diesem Stadium für alle diejenigen Theile charakteristisch, welche auf Kosten von Reservestoffen noch weiter wachsen werden. Der Stammtheil des Sprosses, die Laubblätter und der Fruchtknoten beweisen durch Erfüllung genannter Gewebe mit transitorischer Stärke einen fortgehenden Zuzug aus dem Reservoir. Die Deckschuppen, Blumenblätter und Staubgefässe, die ihre Bestimmung erreicht, und von der Axe sich bald abtrennen werden, zeigen in ihren Geweben nur noch Spuren von Stärke und lassen keine leitende Verbindung mit dem Reservoir erkennen. Der Gerbstoffgehalt im vorigjährigen Triebe hat sich nicht vermindert. In allen aus der Knospe hervorgegangenen Theilen sind nicht unbedeutende Mengen an Gerbstoff nachzuweisen. Dies gilt sowohl für die noch weiter wachsenden Theile als auch für diejenigen Organe, welche ihr Wachsthum vollendet. Der Gerbstoffgehalt in den Deckschuppen, Staubgefässen und Blumenblättern ist nicht verringert, worin sich ein entschiedener Unterschied im Verhalten des Gerbstoffes und der Stärke geltend macht. Der Gerbstoff ist in der vor uns liegenden Periode, ebenso wie Zellstoff, neu gebildet

worden, während Stärke verbraucht worden ist und zur Entstehung neuer Stoffe umgesetzt sein muss. Die Zuleitung des Eiweisses aus dem Reservoir zu allen aus der Knospe entstandenen Theilen ist deutlich nachweisbar, eine Veränderung im Reservoir selbst jedoch, ebenso wie bei der Stärke, noch nicht zu ersehen. Eine Thätigkeit des Cambiumringes in dem vorigjährigen Triebe findet noch nicht statt.

Die letzte Periode vom 11. Juni bis 22. Juni findet ihren Abschluss mit dem ersten Auftreten neuentstandener Stärke in den Chlorophyllkörnern der Blätter. Mit dieser Aenderung im Chemismus und dem nun mehr und mehr hervortretenden Reductionsprocess erreichen aber auch die Formveränderungen in gewisser Weise ihre Grenze. In allen Theilen des Sprosses sind die Streckungen weiter gegangen, die grössten Blätter haben fast ihre definitive Grösse erreicht, und unter dem Vegetationskegel sind die ersten Deckschuppenkreise für die Knospe des nächsten Jahres entstanden. Der äusseren Form nach ist die neue Knospe schon vorhanden, doch fehlen noch die Laubblättchen. Das Längenwachsthum der Axe hat hiermit der Hauptsache nach sein Ende erreicht. Die Thätigkeit des Cambiumringes beginnt in den dünnsten Aesten in dieser Periode.

In der Zeit vom 19. Mai bis zum 22. Juni, in der zweiten Hälfte der Reservestoffperiode, sind, wie man sieht, fast alle morphologischen Metamorphosen enthalten, welche an der Spitze der Axe vor sich gehen. Es bleiben für die spätere Zeit noch der Rest der Streckungen an Internodien und Laubblättern, sowie die Anlage der Laubblättchen in der neuen Knospe. Alles dieses geschieht aber in den noch übrigen 2½—3 Monaten, die man passend die »Neubildungsperiode« nennen könnte, weil die Neubildung organischen Stoffes aus unorganischen Elementen durch die Chlorophyllkörner jetzt die in den Vordergrund tretende physiologische Function wird. Die Thätigkeit des Cambiumringes ist in der Reservestoffperiode dagegen sehr unbedeutend, sie beginnt erst am Ende in den dünnsten Aesten. Die Deckschuppen der diesjährigen Knospe und die Blüthenorgane sind abgestorben. Die Frucht hat angefangen sich zu entwickeln und misst

jetzt vom Ansatze des Stieles bis zur Spitze eines Samenflügels etwa 20 Mm.

Fassen wir alle bisherigen Betrachtungen zusammen, so können wir für den Ahorn folgenden Satz aufstellen: »Die Reservestoffperiode ist in ihrer ersten Hälfte durch die Erscheinung des Saftsteigens charakterisirt, in der zweiten durch morphologische Veränderungen, welche die Axe vorzugsweise in die Länge ausbilden, die Neubildungsperiode dagegen enthält hauptsächlich Veränderungen, durch welche die Axe in die Breite entwickelt wird. Mit dem Längenwachsthum fällt die Blüthe und Fruchtanlage, mit dem Dickenwachsthum die Fruchtentwickeluug zusammen.«

Gehen wir nun zu einer genaueren Betrachtung des letzten vorliegenden Abschnittes der Reservestoffperiode über und betrachten zunächst die Stärke. Fast aus allen Elementen des vorjährigen Triebes mit Ausnahme der Stärkeschicht der Rinde ist die Stärke vollkommen verschwunden. Ein Zweig von 3—4 Mm. im Durchmesser zeigt alle Holzelemente stärkefrei und gleichzeitig findet man die Thätigkeit des Cambiumringes begonnen, es sind Holzgefässe einerseits und Bastelemente andererseits gebildet worden. Ein Zweig von 6 Mm. im Durchmesser zeigt noch viel Stärke im Holz, deutlich tritt dabei aber hervor, wie die jüngeren nach Aussen liegenden Jahrringe weniger enthalten, als die älteren. Die Thätigkeit des Cambiums hat begonnen, ist aber geringer gewesen, als in dem dünneren Zweige; die Grenze des Ringes ist nicht mehr scharf, die Menge der gebildeten Elemente aber kleiner. Ein Zweig von 12 Mm. Durchmesser zeigt gar keine Stärkeabnahme und keine Thätigkeit des Cambiumringes. Die Rinde derselben Zweige ist stärkeärmer geworden und nur in der Stärkeschicht finden sich erheblichere Mengen. Auf keinem Querschnitt aber ist die Rinde ganz frei von Stärke, und auch jetzt scheint, wie am Anfang, die Rinde jüngerer Zweige relativ reicher zu sein. Aus diesen Beobachtungen ergaben sich nun für die Art der Stärkelösung folgende Sätze:

»Im Holz schreitet die Stärkelösung von Oben nach Unten zu fort, sie erfolgt von Aussen nach Innen und, worauf besonders Gewicht zu legen ist: sie geht proportional der Thätigkeit

des Cambiumringes vor sich. Im Holz wie in der Markkrone erfolgt die Stärkelösung vollkommen, d. h. alle in einem Querschnitt vorhandene Stärkesubstanz wird verbraucht. Auch in der Rinde wird die Stärke gelöst, aber nicht proportional der erwachenden Thätigkeit des Cambiumringes und auch nicht vollkommen, d. h. Stärke bleibt in der Stärkeschicht der Rinde zurück, wo in demselben Querschnitt in der Rinde sonst und im Holz Nichts mehr vorhanden ist.«

Die Beziehung zwischen der Stärkelösung im Holz und der erwachenden Thätigkeit des Cambiumringes weist entschieden darauf hin, dass die Bestimmung der Holzstärke in erster Linie Verbrauch zur Holzbildung am Cambiumringe in demselben Querschnitt ist. Andererseits zeigt die leitende Verbindung, in welcher die Stärkeschicht der Rinde von Anfang bis zu Ende mit den weiterwachsenden Theilen steht, dass der Stärkevorrath der Rinde ununterbrochen zum Längenwachsthum des Sprosses mit all seinen anhängenden Theilen verbraucht wird. Eine leitende Verbindung aus dem Holz in den sich streckenden Spross ist nicht vorhanden und jetzt jedenfalls aufgehoben, wo doch noch viel Stärke unten im Holz vorhanden ist. Diese Thatsachen bestimmen mich zu der Annahme, dass das Stärkereservoir der Rinde und des Holzes nicht in gleicher Weise Material zur Knospenentwickelung und zur Zellbildung am Cambiumringe hergeben. Die Stärke im Holz dient vorzugsweise zur Holzbildung in demselben Querschnitt, wo sie abgelagert; die Stärke der Rinde dient zunächst zur Knospenentwickelung und dann am Cambiumringe zur Bildung neuer Rindenelemente.

Vergleicht man schliesslich die am Anfang und am Ende vorhandene Stärke, so sieht man, wie der in der Reservestoffperiode überhaupt gelöste Antheil relativ klein gegen den ganzen Vorrath ist. Der grössere Antheil der Reservestärke muss in der Neubildungsperiode zur Holz- und Rindenbildung am Cambiumringe verwendet werden. Ohne auf das Eiweiss, über welches die Resultate keinerlei neue Gesichtspunkte bieten, näher einzugehen, fassen wir zum Schluss den Gerbstoff noch näher ins Auge.

Betrachtet man den vorigjährigen Trieb, so zeigt sich der Gerbstoffgehalt hier in keiner Weise verändert. Alle Elemente,

welche Gerbstoff enthielten, zeigen auch jetzt nach Entstehung des neuen Sprosses denselben Gehalt. Die Zellen, in denen Gerbstoff und Stärke zu gleicher Zeit sich vorfanden, und wo die Stärke vollkommen gelöst ist, enthalten Gerbstoff wie am Anfang. Im Reservoir hat also Stärke abgenommen, während Gerbstoff nicht verändert worden ist. Im diesjährigen Spross finden sich nun aber in den Geweben aller Organe reichliche Mengen Gerbstoff, die durch Translocation nicht dorthin gekommen sein können, weil die Menge unten nicht abgenommen. Der Gerbstoff muss also jedenfalls in der Reservestoffperiode gebildet worden sein, dies ist ein Schluss, den wir aus der Untersuchung im Allgemeinen ziehen müssen, und in welchem sich eine weitere Analogie der Knospenentwickelungs- und Keimungsvorgänge ergiebt. Beim Weiterwachsen des Stammes an seiner Spitze sieht man in einem relativ frühen Altersstadium in bestimmten Zellen und Geweben constant Gerbstoff erscheinen, der durch den Process des Wachsthums gebildet sein muss. Trägt man durch successive Querschnitte eine Stammspitze ab, in deren Zellen durch zweifach chromsaures Kali der Gerbstoff vorher niedergeschlagen wurde, so erhält man ein deutliches Bild von der Art und Weise, wie der Gerbstoff in den jugendlichen Geweben entsteht. Zuerst tritt er in den äussersten Theilen der primären Rinde auf und zwar dann, wenn der Stamm sich bereits in Rinde, Mark, Zwischengewebe und Bündel differenzirt hat. Darauf erscheint er im Markkronentheil der Bündel und dem Theil der Stärkeschicht, welche den Letzteren zunächst anliegt, sowie in bestimmten Gerbstoffzellen des vom Cambiumbündel stammenden Theiles der secundären Rinde. Der folgende Process ist eine Gerbstoffbildung im Markkronentheil des Zwischengewebes und dem entsprechenden Theile der Stärkeschicht. Beim Dickenwachsthum endlich durch den Cambiumring erfolgt eine Gerbstofferzeugung in Holzparenchym, Herbstholzzellen und Holzmarkstrahlen einerseits, sowie in den entstandenen Gerbstoffzellen der secundären Rinde andererseits.

Wie in dem Stamm, so zeigt die Untersuchung, soweit die Beobachtungen ausgedehnt werden konnten, auch in den anhängenden Organen eine stetige Vermehrung des Gerbstoffes. Er

erscheint auch hier an bestimmte Zellformen und Gewebe gebunden. Er tritt in den Letzteren in einem relativ frühen Entwickelungsstadium auf und verbleibt ihnen als constanter charakteristischer Bestandtheil des Inhaltes für die Folgezeit. Wie für den Stamm, so lässt sich auch für die anhängenden Organe im Allgemeinen sagen: die nach Aussen gelegenen Gewebe Epidermis und Collenchym seien die Hauptträger des Gerbstoffs. Hier zeigt er sich bei Entwickelung eines Organes immer zuerst, oder doch zuerst in grösserer Menge. Nächst diesen Geweben sind es hauptsächlich die Stärkeschichten, welche stets mehr oder weniger Gerbstoff enthalten, und ebenso finden wir in der Nähe der Milchsaftgefässe stets eine Anzahl einzelner Gerbstoffzellen gruppirt.

Die vorstehenden Beobachtungen werden ohne Zweifel hinreichend sein, um zu beweisen, dass der Gerbstoff kein Reservestoff sein kann, dass er im Gegentheil in der Reservestoffperiode gebildet wird. Der Gerbstoff muss ein Bildungsproduct derjenigen chemischen Umsetzungen sein, bei welchen aus organischem Material der Pflanzenkörper sich selbst vergrössert, d. h. ein Bildungsproduct des im Pflanzenkörper vor sich gehenden Oxydationsprocesses. Als Auswurfstoff kann der Gerbstoff jedenfalls auch nicht aufgefasst werden, da er ja gerade in noch lebhaft functionirenden Zellen auftritt. Es bleibt weiteren Forschungen vorbehalten über die physiologische Bedeutung des Gerbstoffes zu entscheiden, hier ist die constante Zunahme dieses Stoffes und seine Localisirung in bestimmten Zellen fast geeignet den Gerbstoff als ein wirkliches Endproduct zu bezeichnen, und ihn als wesentlich für die Existenz dieser Zellen selbst anzusehen.

Mittheilungen aus der k. k. landwirthschaftlich-chemischen Versuchs-Station zu Wien.

I. Untersuchungen von Futterstoffen.

Von

Prof. Dr. J. Moser.

Von den im vorigen Jahre an hiesiger Versuchs-Station ausgeführten Analysen haben die Untersuchungen von Futterstoffen auf ihren Nährwerth zunächst Anspruch bekannt zu werden, daher dieselben mit dem Bemerken zur Mittheilung kommen, dass die Nummern 1—8 und 10—17 sich auf Futtermaterialien beziehen, die in den renommirtesten Gestüten von Oesterreich-Ungarn verfüttert werden. Sie sind als Durchschnittsproben angegeben worden und haben für diesen Fall ihren ganz besonderen Werth; wären sie es aber auch nicht, müssten sie also als besonders ausgewähltes Material betrachtet werden, so liefern sie zum mindesten Aufklärungen über die beste Qualität von Futter, die in jenen Gestüten zur Verfügung steht.

(Die Tabelle siehe nächste Seite.)

No.	Futterstoffe.	Wasser.	Asche (freie C, CO_2 und Sand).	Proteïn.	Aetherextract.	Rohfaser.	Stickstofflose Extractstoffe.	Kali.	Phosphorsäure.	Analytiker.
1.	Heu von Piber (Steiermark) (Staatsgestüte)	13,837	5,524	13,110	6,688	26,033	34,808	1,546	0,378	Schwackhöfer.
2.	» » Radautz (Bukowina)	14,076	5,626	12,547	3,741	31,125	32,885	1,999	0,411	
3.	» » Lipizza (Hofgestüte)	12,053	5,377	10,483	4,889	30,182	37,016	1,798	0,351	Moser
4.	» » Kladrub [1] (Böhmen)	14,453	6,227	12,878	5,138	21,182	40,122	1,640	0,492	
5.	» » Kisbér (Staatsgestüte)	13,439	7,557	14,433	4,500	29,276	30,795	2,478	0,408	Schwackhöfer.
6.	» » Mezöhegyes (Ungarn)	11,297	6,696	12,311	6,371	33,333	29,992	1,829	0,373	
7.	» » Satoristye (Ungarn) (Bellye) (Privatgestüte	13,727	7,007	13,052	3,742	29,280	33,192	2,034	0,399	
8.	» » Tapolvár (Ungarn)	12,177	7,858	11,754	3,810	28,300	36,101	2,514	0,611	Moser.
9.	Waldheu [2]) (k. k. Militär-Verpflegsverwaltung)	14,559	6,479	14,337	4,688	29,233	30,704	—	—	Moser und Schwackhöfer.
10.	Hafer von Piber	13,859	3,612	14,737	5,722	11,720	50,350	0,378	0,749	Dr. Tauber.
11.	» » Radautz	13,672	3,254	13,612	6,355	12,154	50,953	0,497	0,913	Schwackhöfer.
12.	» » Lipizza	12,358	3,703	13,473	7,112	10,285	53,069	0,580	0,900	
13.	» » Kladrub	11,788	3,081	12,933	6,866	11,398	53,934	0,567	0,683	
14.	» » Kisbér	11,704	3,207	13,963	6,712	11,109	53,305	0,558	0,680	
15.	» » Mezöhegyes	11,274	3,217	18,505	6,177	9,806	51,021	0,517	0,740	Moser.
16.	» » Satoristye (Bellye)	13,313	3,882	15,559	5,896	13,392	47,958	0,703	0,701	Schwackhöfer.
17.	» » Tapolvár	11,578	4,843	10,096	6,253	10,957	56,237	0,587	0,745	
18.	» aus den k. k. Hofstallungen	14,422	3,830	13,863	6,811	11,360	49,714	0,575	0,892	
19.	» von der k. k. Militär-Verpflegsverwaltung [3]).	13,637	3,601	14,090	6,641	10,195	51,836	—	—	Moser und Schwackhöfer.
20.	Kartoffelschlempe (aus einer Spiritusfabrik in Galizien)	96,046	0,412	0,795	0,234	1,398	1,115	—	—	Moser.
21.	Isländisches Moos (Kärnten)	15,039	1,189	4,467	5,794	1,485	72,026	—	—	Schwackhöfer.

[1]) Sehr zartes junges Heu. [2]) u. [3]) Die Futterstoffe No. 9 u. 19 kamen bei dem Fütterungsversuche mit dem Pferde zur Verwendung. Unter »Waldheu« versteht man auf dem Wiener Markte die beste Qualität von Heu. Dasselbe wird meist in der Alpenregion geworben, hat eine grössere Beithat von aromatischen Kräutern und wird insbesondere für das Milchvieh gesucht.

Mittheilungen aus der Versuchs-Station Jena.

I. Bestandtheile der Asche der Samen von Hyoscyamus niger L.

Von

Prof. Dr. E. Reichardt.

Bei Gelegenheit der Verarbeitung grösserer Mengen der Samen von Hyoscyamus niger zur Gewinnung des Alkaloides wurde auch die Asche derselben einer genauen Untersuchung unterworfen und die Letztere von H. Höhn ausgeführt. Das Interesse dabei dürfte besonders in dem Nachweise liegen, ob die Mischung dieselben Eigenthümlichkeiten zeige, wie bei anderen Samenaschen erwiesen — hinsichtlich der Phosphorsäure, Magnesia u. s. w.

Die Methode der Untersuchung war die von mir Bd. 3 der Jenaer Zeitschrift für Medicin und Naturwissenschaften veröffentlichte. Bei der geringen Grösse dieser Samen wird sehr häufig eine Verunreinigung und Verfälschung mit Sand gefunden, welche sich unter Umständen bis zu 33 und mehr Procent steigert! Der hier untersuchte Samen war deshalb vorher durch Schlämmen von den weit schwereren Sandkörnern befreit worden und nach dem völligen Trocknen geprüft.

30,0 Grm. trockner Samen hinterliessen bei directem Veraschen 0,730 Grm. Asche = 2,43 Proc.; bei der Bestimmung der darin enthaltenen Kohlensäure wurden erhalten 0,15 Proc. der Asche; lösliche Kieselsäure = 0,68 Proc.; unlöslicher Sand und Thon = 3,2 Proc.

Die Bestimmung des Chlors und der Alkalien wurde in besonderer Analyse ausgeführt, bei welcher die Samen erst vorsichtig verkohlt, die Kohle mit Wasser und Salpetersäure ausgelaugt worden u. s. w. Mangan konnte nicht nachgewiesen werden.

Auf 100 Theile Asche berechnet, ergaben die Resultate:

Kali	17,54
Natron	5,40
Magnesia	19,98
Kalk	6,02
Eisenoxyd	1,92
Thonerde	0,63
Kohlensäure	0,15
Chlor	0,30
Schwefelsäure	0,73
Phosphorsäure	42,45
Lösliche Kieselsäure	0,68
Sand	3,20
	99,00

Es bestätigt diese Mischung abermals das ganz bedeutende Vorwiegen der Talkerde gegenüber dem Kalke, sowie den Reichthum an Phosphorsäure und Kali, wie stets bei den Samenaschen erwiesen; die Menge des Natrons ist übrigens gleichfalls bemerkenswerth.

Berechnet man Salze und zwar zunächst nach dreibasisch phosphorsauren Verbindungen, so ergiebt sich, nach Abzug des Sandes, folgendes Resultat:

100 Theile Asche bestehen aus:

$3 KO\ PO_5$	27,26
$3 NaO\ PO_5$	9,47
$3 MgO\ PO_5$	45,25
$3 CaO\ PO_5$	8,58
$Fe_2 O_3\ PO_5$	3,78
$Al_2 O_3\ PO_5$	1,55
$NaCl$	0,51
$CaO\ SO_3$	1,29
$2 CaO\ Si O_2$	1,57
$CaO\ CO_2$	0,38
	99,64

Die Berechnung verbraucht alle Bestandtheile bis auf 0,03 CaO, welche vielleicht noch als $CaO\,CO_2$ anzunehmen wären und = 0,054 entsprechen würden, so dass dann die Gesammtmenge von $CaO\,CO_2$ 0,43 wäre und die Summe aller Bestandtheile 99,69.

Zur Statistik des landwirthschaftlichen Versuchswesens.

Die k. k. landw.-chemische Versuchs-Station in Wien [1].

Von

Prof. Dr. **J. Moser.**

Die hiesige Station ist auf Grund eines Uebereinkommens des Ackerbau-Ministeriums mit dem Reichskriegsministerium in dem der letztgedachten Behörde unterstehenden Thierarznei-Institute (Landstrasse, linke Bahngasse) untergebracht, und wurde derselben ausser einem sehr geräumigen und zweckentsprechenden Laboratorium auch noch ein grosser, für Rindvieh eingerichteter Stall nebst Futterkammern, dann ein freier Platz zur Aufstellung eines Vegetationshauses nebst Wohnungsräumen überlassen.

Die Einrichtung des Laboratoriums nahm Mitte September 1869 ihren Anfang und war bis Ende jenes Jahres so weit gediehen, dass die analytischen Arbeiten beginnen konnten, an welchen sich der Leiter der Station (Prof. Moser), der Adjunct (Fr. Schwackhöfer) und für einige Zeit auch ein Volontär (Dr. Tauber aus Breslau) betheiligten. Aushilfsweise besorgte durch einen Monat Herr E. Mach (derzeit Adjunct an der Versuchs-Station in Klosterneuburg) die laufenden Geschäfte. Gegenwärtig ist ausser den ständig Bediensteten wieder ein Volontär (Herr Etti aus Wangen in Württemberg) an der Versuchs-Station thätig, und ist auch beantragt, einen Assistenten zu berufen, dessen Mithilfe insbesondere bei den Fütterungsversuchen beansprucht wird.

Der Zweck der Station ist aus ihrem Programme zu ersehen, wozu zu bemerken kommt, dass sie nach den ihr gegebenen Verhältnissen jenen Theil ihrer Aufgabe, der auf wissenschaftliche Forschung abzielt, insbesondere in thierphysiologisch-chemischer Richtung zu lösen hat. Es wurden daher auch Fütterungsversuche an Einhufern auf das Versuchsprogramm des Jahres 1870 gestellt und die Versuche mit dem Pferde begonnen, aber noch nicht so weit gebracht, dass eine Veröffentlichung der Resultate jetzt schon angezeigt erschiene. Die Schwierigkeiten, welche durch die Eigenthümlichkeiten und natürlichen Anlagen des Pferdes einem solchen

[1] Vergl. Bd. XIII, 318; 377.

Versuche bereitet werden, stehen in gar keinem Vergleich zu jenen, die bei den geduldigen und theilnahmsloseren Wiederkäuern vorkommen. Uebrigens sind bei diesem Versuche nicht nur werthvolle Erfahrungen über den zweckmässigsten Vorgang bei der Aufsammlung der Excrete, welche Erfahrungen zur Construction besonderer Vorrichtungen führten, sondern auch Erhebungen über den Stoffwechsel gemacht worden, welche die Grundlagen für die nun weiter auszuführenden Versuche bilden und mit denselben publicirt werden. (Ein Theil jenes Versuchs ist publicirt; s. Landw. Wochenblatt des k. k. Ackerbauministeriums Jahrgang 1870 No. 20). Auf Vegetations-Versuche konnte, da es noch an geeigneten Localitäten mangelte, nicht ernstlich gedacht werden. Erwähnt sei hierüber, dass auch hier alle Versuche, den Indianer- oder Wasserreis (Zizania aquatica) zum Keimen zu bringen, völlig missglückten. Es wurden zu diesen in verschiedener Weise eingeleiteten Versuchen Samen (nackte und in den Spelzen eingehüllte) aus zwei Bezugsquellen verwendet. Diese Versuche hatten also kein besseres Schicksal, als die bis nun anderwärts angestellten.

Was die analytische Thätigkeit der Versuchs-Station anbetrifft, so wurden im Jahre 1870 neben einer nicht unbeträchtlichen Zahl officieller Arbeiten mehr als 60 Analysen für Private ausgeführt (darunter 19 Futterstoff- und einige 20 Dünger-Analysen).

Die Versuchs-Station betrachtet es als eine ihrer wichtigsten Aufgaben, phosphatische Düngmittel für die Landwirthe Oesterreichs zu gewinnen. Das Ackerbauministerium ging auf die zu diesem Zweck gemachten Vorschläge ein und liess an einzelnen Fundorten Erhebungen und Untersuchungen vornehmen. In dieser Absicht wurde der Leiter der Versuchs-Station nach Steiermark und Krain (Idria) abgesandt, während der Adjunct das Dniestergebiet zu bereisen hatte. Ueber die Ergebnisse dieser Untersuchungen kann erst berichtet werden, wenn die höchst umfangreiche analytische Arbeit beendet sein wird; vorläufig kann versichert werden, dass sich ein ganz befriedigendes Resultat in Aussicht stellt, welches seiner Zeit auch durch diese Blätter bekannt gegeben werden soll.

Tarif der k. k. landw.-chem. Versuchs-Station in Wien.

Nummer		Taxe in fl. ö. W.	Einzusendende Gewichtsmenge in Zoll-Pfd.
	A. Für Erdarten, Gesteine und Wasser.		
1.	Vollständige Analyse einer Ackererde (d. i. quant. Bestimmung der in Salz-, Schwefel- und Flusssäure löslichen Mineralbestandtheile, Gesammtbestimmung des Stickstoffes und Kohlenstoffes nebst Schlämmanalyse und Ermittelung der Dichte und wasseraufsaugenden Kraft der Erde)	30	5
2.	Bestimmung des Glühverlustes, des in Salzsäure unlöslichen Rückstandes und sämmtlicher in Salzsäure löslichen Mineralbestandtheile in Ackererden, Mergel u. s. w. einschliesslich einer Schlämmprobe	18	4
3.	Bestimmung der Kohlensäure oder eines andern anorganischen Bestandtheiles von Erdarten	2	2
4.	Analyse von Thon einschliesslich der Schlämmprobe	12	2
5.	Schlämmprobe (mechanische Analyse) von Ackererden, Mergel, Lehm, Thon u. dergl.	2½	1
6.	Analyse von (zur Fettkalkerzeugung bestimmten) Kalksteinen oder von Dolomiten	6	1
7.	Analyse von hydraulischen Kalksteinen . . .	14	1
8.	Bestimmung eines jeden einzelnen Bestandtheiles in Silicaten	2½	1
9.	Vollständige Analyse der in Brunnen-, Fluss- oder Drainwasser gelösten Mineralbestandtheile	24	15
10.	Bestimmung der Summe der fixen Bestandtheile solcher Wässer	2	2
11.	Bestimmung der Summe der fixen Bestandtheile nebst Bestimmung der Menge des Kalkes	3	5
12.	Bestimmung der Summe der fixen Bestandtheile nebst Bestimmung der Menge von Salpetersäure oder Ammoniak	5	15
13.	Ermittelung des Härtegrades eines Wassers . . .	1½	2
	B. Für Dünger und Aschen.		
14.	Bestimmung von Wasser, unlöslichem Rückstand und Gesammt-Phosphorsäure in erdigen Phosphaten	4	1
15.	Bestimmung von Wasser, unlöslichem Rückstand und Gesammt-Phosphorsäure, dann Gesammtstickstoff und verbrennlicher Substanz in Knochenmehl, Guano u. s. w.	6	1
	(Für dieselben Bestimmungen wie in 14 oder 15 wird, wenn eine besondere Bestimmung der löslichen Phosphorsäure (in Superphosphaten) oder des Ammoniak neben Gesammtstickstoff begehrt wird, die Taxe um 2 fl. erhöht.)		
16.	Bestimmung des Salpetersäuregehaltes in Düngern .	3	1
17.	Bestimmung des Gehaltes an Wasser, Schwefelsäure und unlöslichem Rückstand im Gyps	4	1

Fortsetzung des Tarifs der k. k. landw.-chem. Versuchs-Station in Wien.

Nummer		Taxe in fl. ö. W.	Einzusendende Gewichtsmenge in Zoll-Pfd.
18.	Kalibestimmung in Holzasche oder Kalisalzen	2½	1
19.	Bestimmung eines jeden weitern bisher nicht erwähnten anorgan. Bestandtheiles in Düngern	2	1—2
20.	Vollständige Analyse einer Pflanzenasche	12	1
21.	Bestimmung eines einzelnen Aschenbestandtheiles . .	2½	1
22.	Ermittelung der Aschenmenge (Reinasche) von Thier- oder Pflanzensubstanz	3	1
	C. Für Nahrungsmittel, Futterstoffe und Excrete.		
23.	Bestimmung der Trockensubstanz in organischen Stoffen überhaupt	2	½
24.	Bestimmung von Wassergehalt, Asche, Fett, Rohfaser, dann der stickstoffhaltigen und stickstofffreien Materien in Nahrungsstoffen oder im Darmkoth	8	1
25.	Bestimmung von Trockensubstanz und Stickstoff in organischen Substanzen überhaupt	4	½
26.	Bestimmung der Dichte und Gradhaltigkeit der Milch mittelst Piknometer und Galaktometer . .	2	1
27.	Prüfung der Milch durch das Galaktoskop	1	½
28.	Vollständige Analyse von Milch oder Rahm . . .	8	1
29.	Trockengehalt- und Fettbestimmung in Milch, Rahm oder Butter	3	½
30.	(Indirecte) Bestimmung des Stärkegehaltes der Kartoffel	1½	2
31.	Bestimmung der Dichte und des Zuckergehaltes (durch Polarisation des Saftes) von Zuckerrüben (Soll ausserdem auch die Menge des Saftes bestimmt werden, so beträgt die Taxe 5 fl.)	2½	3
32.	Vollständige Analyse (wie No. 24) der Zuckerrüben nebst directer Zuckerbestimmung	9	3
33.	Bestimmung des Gesammtstickstoffes in Harn oder Jauche	2	1
34.	Bestimmung des Gesammtstickstoffes nebst Bestimmung des Ammoniak in Jauche	4	1
35.	Bestimmung von Harnstoff oder von Hippur- oder von Harnsäure im frischen Harn, je	2½	1
	D. Für Brennstoffe, Materialien der technischen Gewerbe u. ä.		
36.	Bestimmung von Wasser, Asche, Kohlenstoff und Wasserstoff in einem Brennmaterial .	12	1
37.	Bestimmung von Wasser und Asche in einem Brennstoffe	3	1
38.	Untersuchung von Wein- oder Obstmost auf die Dichte und auf Zucker- und Säuregehalt .	4	1

Schluss des Tarifs der k. k. landw.-chem. Versuchs-Station in Wien.

Nummer		Taxe in fl. ö. W.	Einzusendende Gewichtsmenge in Zoll-Pfd.
39.	Untersuchung von Bier auf Dichte, Alkohol- und Extractgehalt	6	1
40.	Untersuchung von Wein auf Dichte, Alkohol- und Extractgehalt, dann auf die flüchtigen und nichtflüchtigen Säuren	8	1
41.	Prüfung von Essig oder von Mineralsäuren auf den Säuregehalt	1½	½
42.	Bestimmung des Gerbstoffgehaltes in Gerbmaterialien	2	½
43.	Rohrzucker- und Trockensubstanzbestimmung in Rohrzucker und Raffinaden	3	½
44.	Bestimmung von Rohrzucker und Schleimzucker in Melassen	5	1
45.	Vollständige Analyse von Spodium (mit directer Kohlenstoffbestimmung)	12	1
46.	Bestimmung des Gehaltes an kohlensaurem Kalk im Spodium	2	½
47.	Bestimmung des Gehaltes an kohlensaurem Kalk und Gyps im Spodium	5	1
48.	Prüfung des Entfärbungsvermögens des Spodiums (chromoskopische Probe)	1½	½
49.	Bestimmung des Trocken- und Fettgehaltes der Wolle	3	¼
50.	Bestimmung der reinen (wasser-, fett- und schmutzfreien) Wollfaser in der Wolle	5	¼
51.	Prüfung von Potasche, Soda und Bicarbonaten (Milchpulver) auf die Gradhaltigkeit	2	¼
52.	Bestimmung der Qualität der Pflanzenfaser in Gespinnsten und Geweben	2	⅛

Bemerkungen.

1) Wird nur die Ausführung einer qualitativen Analyse begehrt, so gilt bei der Kostenberechnung die Norm, dass für den Nachweis einer jeden anorganischen Verbindung in keinem Falle mehr als 50 kr. berechnet wird. Für qualitative Nachweise organischer Verbindungen lässt sich eine bestimmte Norm nicht aufstellen; es wird aber in solchem Falle, sowie auch, wenn für die Kostenberechnung einer quantitativen Arbeit der vorstehende Tarif nicht genauen Aufschluss geben sollte, auf eine gestellte Anfrage ganz bestimmte Auskunft über den Kostenbetrag gegeben.

Qualitative Prüfungen auf Phosphorsäure oder Kali in Mineralien oder Erdarten, welche im Falle reichlicheren Vorkommens dieser Verbindungen als Material für die Erzeugung von Kunstdüngern sich eignen, werden unentgeltlich ausgeführt.

2) Von den zur Analyse übermittelten Stoffen (deren einzusendende Gewichtsmengen im Tarif angeführt sind) wird (soweit dies angeht) eine

Probe durch ein volles Jahr unter amtlichem Verschluss aufbewahrt. Die Versuchs-Station haftet selbstverständlich nur für die Richtigkeit ihrer Angaben gegenüber der eingesandten Substanz und hat der Einsender in den Fällen, wo es sich um eine Durchschnittsprobe handelt, auf die Gewinnung einer solchen seine Sorgfalt zu wenden.

Die Kosten der Einsendung trägt der Einsender. Die tarifmässige oder in besonderen Fällen über vorläufige Anfrage festgestellte) Taxe ist im Vorhinein, also bei der Absendung oder Einlieferung des zu untersuchenden Gegenstandes zu entrichten. Zugleich wolle bei der Einsendung oder Ablieferung auch angegeben werden, in welcher Ausdehnung die Untersuchung durchgeführt werden soll, indem entweder die betreffende Nummer des vorstehenden Tarifes oder der Zweck, weshalb die Analyse ausgeführt werden soll, angegeben wird.

3) Die Versuchs-Station verpflichtet sich, die vollständigen Analysen von Erdarten, Wasser und Pflanzenaschen innerhalb vier, minder ausführliche Arbeiten dieser Art, dann Dünger- und Futtermittelanalysen in längstens zwei Wochen, und kleinere Untersuchungen innerhalb einer Woche, vom Tage des Einlangens gerechnet, durchzuführen und alsdann das Ergebniss der Analysen ungesäumt dem Einsender bekannt zu geben.

4) Ein auf die Ergebnisse einer Analyse Bezug habendes ausführlicheres Gutachten ist ausdrücklich zu begehren und wird für solche Gutachten bis zur Ausdehnung eines halben Bogens eine Gebühr von 3 fl. und für jeden weiteren Halbbogen die gleiche Gebühr berechnet. Diese Norm gilt auch für den Fall, als von der Versuchs-Station (ohne Bezug auf eine Analyse) ein Gutachten verlangt wird. Solche Gebühren werden mittelst Postnachnahme behoben.

5) Wird eine Localbesichtigung begehrt, oder bedingt eine vorzunehmende Untersuchung eine Erhebung an Ort und Stelle, so wird ausser Vergütung der Reiseauslagen für jeden halben Tag eine Gebühr von 4 fl. angerechnet.

Reglement

über die Einsendung und Untersuchung von Gegenständen bei der Versuchs-Station der landwirthschaftlichen Lehranstalt in Cappeln.

§ 1. Die hiesige Versuchs-Station übernimmt neben der öffentlichen Controle des Düngermarktes die chemische und mikroskopische Untersuchung aller für die Landwirthschaft wichtigen Stoffe und garantirt für die Richtigkeit der Analyse.

§ 2. Der Preis jeder Untersuchung ist in nachfolgendem Tarife festgesetzt. Bei der Feststellung der Taxe sind die Preis-Courante der anderen Versuchs-Stationen und der Handels-Chemiker zu Grunde gelegt, und sind die niedrigsten Sätze derselben angenommen.

§ 3. Das Material ist kostenfrei an die Versuchs-Station in Cappeln einzusenden, und muss in dem Begleitschreiben genau angegeben sein, auf welche Stoffe sich die Analyse erstrecken soll. Findet diese nähere Angabe nicht statt, so wird angenommen, dass eine vollständige Untersuchung gewünscht wird.

§ 4. Die Verpackung des Untersuchungs-Materials geschieht am besten bei Düngemitteln in Blechbüchsen oder Glasgefässen mit gut schliessenden Stöpseln, bei Erden in Holzkisten, bei Flüssigkeiten in versiegelten Flaschen, bei Futterstoffen in starken Beuteln aus Leinewand oder in Wachstuch eingenäht. Proben, welche in so mangelhafter Verpackung ankommen, dass die Untersuchung für werthlos erachtet wird, werden nicht analysirt.

§ 5. An Untersuchungsmateria sind folgende Quantitäten einzusenden:

Von künstlichen Düngemitteln . . . . ca. 1 Pfd.
Stallmist . . . . » 5 »
Mergel und Pflanzenaschen . . . . » 2 »
Futterstoffen:
 a. Rauhfutter, Körner, Oelkuchen . . . . » 2 »
 b. Grünfutter, Kartoffeln, Rüben . . . . » 5 »
Bodenarten (bei vollständigen Analysen) . . . . . . » 6 »
Wasser:
 a. bei vollständigen Analysen . . . 3—4 Kannen od. 8 Liter.
 b. bei Bestimmung einzelner Bestandtheile . . . . 2 » » 4 »
Samen: kleine (Klee, Gräser etc.) . . . . 1/4 Pfd.
 grössere (Erbsen, Getreide etc.) . . . . 1/2 »
Fleisch: je ein kleines Stückchen mageres Schweinefleisch vom Hals- und Bauchmuskel und Schinken.

§ 6. Die untersuchten Proben werden, soweit sie nicht dem Verderben ausgesetzt sind, ein Vierteljahr aufbewahrt, um bei etwaigen Streitfragen auf das ursprüngliche Untersuchungsmaterial zurückgehen zu können.

§ 7. Die Resultate der Analyse werden dem Einsender schriftlich nebst Rechnung mitgetheilt. Erfolgt innerhalb 14 Tagen keine Zahlung, so wird angenommen, dass die Entnahme durch Postvorschuss gewünscht wird.

§ 8.

Tarif

für die Untersuchung von landwirthschaftlich wichtigen Stoffen durch die Versuchs-Station in Cappeln:

No.	A. Düngemittel.	Thlr.	Gr.
1.	Peru-Guano, vollständige Analyse: Feuchtigkeit, Glührückstand, Sand, Phosphorsäure und Kali	6	—
2.	Knochenmehl, vollständige Analyse: Feuchtigkeit, organische Substanz, Asche, Sand, Phosphorsäure, Stickstoff	5	—
3.	Superphosphat, aufgeschlossenes Knochenmehl: Lösliche und unlösliche Phosphorsäure, Stickstoff	4	—
4.	Stalldünger, Compostdünger, vollständige Analyse: Feuchtigkeit, organische Substanz, Asche, Sand, Phosphorsäure, Stickstoff, Kali und Schwefelsäure	7	—
5.	Kalisalz, vollständige Analyse	8	—
6.	Phosphorite, Coprolithe, roher Bakerguano: Feuchtigkeit, Asche, Sand, Phosphorsäure	3	

Schluss des Tarifs der landwirthschaftlichen Versuchs-Station in Cappeln.

No.		Thlr.	Gr.
7.	Chilisalpeter, schwefelsaures Ammoniak: Bestimmung des Stickstoffes	2	—
8.	Bestimmung einzelner Bestandtheile in den Düngemitteln.		
	a. Lösliche Phosphorsäure	1	15
	b. Unlösliche Phosphorsäure	2	—
	c. Stickstoff	2	—
	d. Kali	2	—
	e. Feuchtigkeit oder Asche	—	15
	B. Bodenarten, Mergel, Thone.		
9.	Vollständige Analyse einer Bodenart oder Schlammerde: Feuchtigkeit, organische Substanz, in Säuren unlösliche Substanz, in Säuren lösliche: Phosphorsäure, Kieselsäure, Schwefelsäure, Kali, Natron, Kalk, Magnesia, Eisenoxyd und Thonerde	10	—
10.	Schlämmanalyse	3	—
11.	Mergel.		
	a. Vollständige Analyse	7	—
	b. Bestimmung des kohlensauren Kalks	—	20
12.	Bestimmung des Kali oder der Phosphorsäure im Boden oder Mergel	3	—
13.	Bestimmung der Kieselsäure eines Thones oder Cementes	2	—
	C. Brunnen-, Fluss- oder Drainwasser.		
14.	Vollständige Wasseranalyse	12	—
15.	Bestimmung eines einzelnen Bestandtheiles	2	15
16.	Bestimmung des Härtegrades	1	—
	D. Nahrungs- und Futtermittel.		
17.	Vollständige Analyse eines Futtermittels: Feuchtigkeit, Asche, Proteïn, Fett, Rohfaser, stickstofffreie Extractstoffe	6	—
18.	Bestimmung eines einzelnen Bestandtheiles	2	—
19.	Milch, vollständige Analyse	6	—
20.	Bestimmung des Fettes in der Milch durch den optischen Milchprober	—	15
21.	Einzelne Bestimmung des Zuckers	1	15
22.	Bestimmung der Stärke in den Kartoffeln aus dem specifischen Gewicht	—	15
23.	Analyse von Fett oder Butter: Fett, Salze, Wasser und Eiweissstoffe	4	—
	E. Samen.		
24.	Grössere	1	—
	Kleinere	2	—
	F. Fleisch.		
25.	Vom ersten Schwein		15
	Von jedem folgenden		$7\frac{1}{2}$

§ 9. Für Untersuchungen von Stoffen, welche in obigen Preis-Couranten nicht vorgesehen sind, werden die Kosten nach Analogie obiger Sätze berechnet.

§ 10. Kostenfrei werden alle vorschriftsmässigen Proben von solchen Düngemitteln untersucht, welche aus einer unter Controle der Station stehenden Fabrik herstammen.

G. Liedke. **Dr. Pieper.**

Das Königliche landwirthschaftliche Museum in Berlin

hat unter der Custodie des Herrn Dr. L. Wittmack auch im Jahre 1870 eine nicht unerhebliche Entwicklung und Bereicherung erfahren[1]. In seinen vorläufigen Miethslocalen, Potsdamerstrasse 24, ist das Museum seit dem 4. Juli 1868 auch in seinen oberen Räumen dem Publikum Dienstags, Donnerstags und Sonnabends von 10 bis 3 Uhr und Sonntags von 12 bis 2 Uhr geöffnet. Der erste 1869 erschienene Katalog der ausgestellten Gegenstände, welcher im Anhang zwei Pläne der Localitäten darbietet, umfasst bereits 8 enggedruckte Bogen.

In den Monaten Januar bis März 1870 fanden Sonntags von 11 bis 2 Uhr starkbesuchte unentgeltliche Vortrage Statt, an denen betheiligt waren: Prof. Thaer (»Der Pflug und das Pflugrad«); Dr. Hartmann (»Die Arten, Eigenschaften und Verwendung der Wolle«); Dr. Wittmack (»Das Getreide und seine Arten«; »Die Stärke«; »Die Faserstoffe«); Prof. Hörmann (»Die Säemaschinen«); Dr. Scheibler (»Die Fabrikation des Zuckers aus Runkelrüben«) etc.

Der Besuch des Museums ist in erfreulicher Progression begriffen; nicht minder die Benutzung desselben behufs eingehender Studien. Dazu erweisen sich die Räumlichkeiten, trotz deren Erweiterung im Frühjahr 1870 durch Errichtung eines Glasdaches über dem Hofraum, bereits wiederum so beschränkt, dass neue Anmeldungen, soweit sie grössere Maschinen betreffen, kaum noch Berücksichtigung finden können, und das Bedürfniss nach einem eigenen grösseren Locale sich dringender als je herausstellt: dies alles sind Zeugnisse dafür, wie fruchtbar der an sich glückliche Gedanke dieses Institutes herausgebildet worden ist. — Die Generalübersicht der Erwerbungen während des Jahres 1870 umfasst in der Reihefolge des Hauptkataloges folgende Rubra:

I. Holzsammlung; II. Wollsammlung; III. Maschinensammlung; IV. Sämereien, Aehren- und Nahrungsmittel-Sammlung; V. Handelsgewächse; VI. Gerbereien, botanische Modelle etc.; VII. Gegenstände der Thierkunde und :Thierzucht; VIII. Gegenstände der anorganischen Natur; IX. Schriften, Abbildungen, Kartenwerke etc. N.

---

1) Annalen der Landw. Wbl. 1871. No. 24.

Personal-Notizen.

Abermals haben wir die traurige Pflicht, einen schweren Verlust zu verzeichnen, welchen die Bestrebungen, denen unser Organ dient, erlitten haben. Im Juli d. J. starb zu Göttingen Herr Johann Anton Wilhelm Wicke, Professor an der Universität und Director des landwirthschaftlich-chemischen Laboratoriums daselbst, im 50. Lebensjahre. Der Verstorbene ist am 13. Februar 1822 in der Stadt Oldenburg geboren, hat den ersten Unterricht vom Vater empfangen, später das Gymnasium daselbst besucht und demnächst (von 1837 an) das Schullehrer-Seminar zu Oldenburg in dreijährigem Cursus absolvirt. Nach mehrjähriger Lehrerthätigkeit zu Abbehausen und Oldenburg bezog er 1848 das Carolinum zu Braunschweig und 1850 die Universität Göttingen, um sich ausschliesslich dem Studium der Chemie zu widmen. — Im nächsten Hefte werden wir in der Lage sein, die Bedeutung des Verstorbenen für die Agriculturchemie näher zu charakterisiren.

An Stelle des Herrn Dr. Kohlrausch, bisherigen Vorstandes der gräfl. von Seilern'schen Versuchs-Station zu Přilep in Mähren (wornach die Notiz Bd. XIII, S. 400 zu berichtigen) ist seit des Vorgenannten Uebergang an das Vereinslaboratorium für Rübenzuckerindustrie in der Oesterr.-Ungarischen Monarchie (vom 1. September an in Wien Salesianerstrasse 17) Herr Dr. Petermann, bisher Chemiker der Versuchs-Station zu Nancy, berufen worden.

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.

Ueber einige Bestandtheile des gelben Lupinensamen.

Von

Dr. Ad. Beyer.

Im Verlauf meiner Arbeit über die Stoffveränderung während des Keimens des gelben Lupinensamen, und beim Aufsuchen von Trennungsmethoden für die einzelnen vorzugsweise in Betracht kommenden organischen Verbindungen (Proteïnkörper, Zucker u. s. w.) begegneten mir einige andere Körper mit charakteristischen Eigenschaften, die mir die quantitative Bestimmung obengenannter Körper sehr erschwerten, und deren nähere Kenntniss sich mir schon aus diesem Grunde wünschenswerth erscheinen liess. Aber auch als Beitrag zur Futterwerthsbestimmung dieses ziemlich complicirt zusammengesetzten Samen dürfte letztere dienen, und ich habe desshalb einige dieser Körper zu isoliren gesucht und gebe in Nachstehendem die Resultate dieser Arbeit, so weit wie sie bis jetzt gediehen ist, wieder.

I. Die im Alkoholauszug enthaltene organische Säure.

Zerschneidet man einen mit Wasser aufgequollenen Lupinensamen und bringt auf die Schnittfläche blaues Lakmuspapier, so erhält man eine stark saure Reaction. In meiner bereits ererwähnten Abhandlung [1]) sprach ich die Vermuthung aus, dass diese saure Reaction wahrscheinlich ausser von sauren Phosphaten von Aepfelsäure herrühre, und brachte Letztere in

[1]) Landwirthschaftliche Versuchs-Stationen Bd. IX, S. 168.

Beziehung zu dem in grosser Menge von mir aus den Keimen abgeschiedenen Asparagin. Es war mir damals nicht gelungen, das Silbersalz ganz frei von Phosphorsäure zu erhalten, und die Analyse desselben konnte deshalb nicht massgebend sein. Bei der nunmehr bewerkstelligten Trennung der beiden Säuren ergab sich aber, dass die fragliche Säure nicht Aepfelsäure, sondern Citronensäure ist.

Aus den Untersuchungen von Ritthausen[1], dem wir die Kenntniss über die Eiweisskörper der Lupine verdanken, über die Einwirkung von Schwefelsäure auf das Legumin, hat sich inzwischen ergeben, dass wahrscheinlich die Elemente zur Bildung des Asparagins in den Eiweisskörpern allein zu suchen sind, denn er fand, dass unter den Zersetzungsproducten Asparaginsäure auftritt. Eine Bildung von Asparagin aus dem Legumin bei der Keimung ist daher sehr wahrscheinlich.

Die Säure wurde in folgender Weise erhalten. Die wässerige Lösung des alkoholischen Lupinenextracts, aus welchem das noch zu beschreibende wachsartige Fett abgeschieden war, wurde direct mit essigsaurem Bleioxyd gefällt. Nach mehrfachem Auswaschen wurde der Niederschlag mit HS zersetzt. Es resultirte nach Entfernen des Schwefelbleis und Eindampfen eine farblose, stark saure Flüssigkeit. Barytwasser erzeugte in derselben einen zuerst verschwindenden, dann aber bleibenden krystallinischen Niederschlag. Durch fractionirte Fällung wurde dieses Barytsalz vollkommen frei von Phosphorsäure erhalten. Um dies zu erreichen, muss die Flüssigkeit bis zuletzt stark sauer reagiren. Die Mutterlauge enthält neben einem Theil nicht gefällter Citronensäure alle Phosphorsäure in Lösung. Das saure Barytsalz wurde vorsichtig zuerst mit Wasser, dann mit Alkohol gewaschen, nach dem Trocknen mit Schwefelsäure zersetzt und die nun gewonnene Säure nach der Neutralisation mit Ammoniak zur Darstellung des Kalk und Silbersalzes benutzt.

Salpetersaures Silberoxyd erzeugte in der Lösung einen weissen voluminösen Niederschlag, der getrocknet beim Erhitzen lebhaft und mit Hinterlassung einer schwammigen Masse verpuffte.

---

[1] Journal für prakt. Chemie Bd. 106, S. 445.

0,200 Grm. des bei 100° getrockneten Salzes gaben beim Glühen mit feinem Quarzsand 0,126 Grm. Ag = 67,66 Proc. AgO.

0,306 Grm. derselben Substanz gaben beim Schmelzen mit kohlensaurem Natron-Kali, Auflösen der Schmelze in Salpetersäure und Fällen mit NaCl 0,254 Grm. AgCl = 67,09 Proc. AgO.

0,383 Grm. gaben bei der Verbrennung mit CuO 0,2003 Grm. CO_2 = 0,0546 Grm. C = 14,25 Proc. C, und 0,0435 Grm. HO = 0,0048 Grm. H = 1,25 Proc. H.

0,333 Grm. gaben 0,166 Grm. CO_2 = 0,0454 Grm. C = 13,63 Proc. C, und 0,044 Grm. HO = 0,0048 Grm. H = 1,44 Proc. H.

	Gefunden im Durchschnitt:		Berechnet für citronensaures Silber:
AgO	= 67,38	. . . .	67,82
C	= 13,94	. . . .	14,04
H	= 1,34	. . . .	0,97
O	= 17,34	. . . .	17,17
	100,00		100,00.

Mit Chlorcalcium gab die verdünnte Lösung des Ammoniaksalzes in der Kälte keine Fällung, beim Erhitzen entstand jedoch sofort ein fein krystallinischer Niederschlag, der sich in der Kälte wieder löste.

0,204 Grm. des bei 100° getrockneten Salzes gaben beim Glühen und Wiederanfeuchten mit kohlensaurem Ammoniak = 0,115 Grm. CaO CO_2 und alsdann als CaO SO_3 gewogen 0,158 Grm. CaO SO_3 = 31,88 Proc. CaO.

0,280 Grm. derselben Substanz gaben 0,158 Grm. CaO CO_2 = 32,28 Proc. CaO.

Das bei 100° getrocknete Kalksalz der Citronensäure verlangt aber 32,56 Proc. CaO.

Das Verhalten der im alkoholischen Auszug vorhandenen organischen Säure gegen Barytwasser und die Analyse des Kalk- und Silbersalzes lassen nunmehr wohl keinen Zweifel zu, dass dieselbe nicht Aepfelsäure, sondern Citronensäure ist. Inzwischen aber ist eine Abhandlung von Ritthausen[1]) erschienen, worin derselbe die Nachweisung von Aepfelsäure und

[1]) Chemisches Centralblatt 1871. S. 3.

Oxalsäure in der Flüssigkeit, aus welcher durch Essigsäure das Conglutin gefällt ist, mittheilt. Die Zusammensetzung des Lupinensamen erweist sich hiernach als immer complicirter.

II. Das in Alkohol lösliche Gummi.

Mit diesem Namen bezeichne ich diejenige Substanz, welcher Eichhorn [1]) in seiner Abhandlung über das Lupinenbitter Erwähnung thut. Hat man die wässerige Lösung des alkoholischen Extractes mit essigsaurem Bleioxyd gefällt und neutralisirt die ablaufende Flüssigkeit mit Ammoniak, so entsteht ein citronengelber, sich fest zu Boden setzender Niederschlag von zäher Beschaffenheit. Ich hatte denselben zuerst nach derselben Methode behandelt wie Eichhorn, und zwar ausgewaschen, mit HS zersetzt und dann, weil der Abdampfungsrückstand noch sauer reagirte, mit Kalkhydrat versetzt, abfiltrirt und das Filtrat durch Kohlensäure vom überschüssigen Kalk zu befreien gesucht. Letztere Operation war jedoch ohne Erfolg, denn es liess sich der Kalk auf diese Weise nicht vollständig wieder aus der Flüssigkeit entfernen, erst als in einer abgemessenen Menge der Kalk bestimmt worden war, war es möglich, durch Zusatz einer entsprechenden Menge Oxalsäure dieselbe davon zu befreien. Der nunmehr beim Eindampfen resultirende Körper wurde wiederholt in Alkohol gelöst und enthielt zuletzt keine Mineralstoffe mehr, es zeigte sich jedoch, dass er nicht frei von stickstoffhaltigen Körpern war. Da das beim Neutralisiren der Lupinenextractlösung angewendete Ammoniak dem Bleiniederschlag angehangen haben konnte, neutralisirte ich bei späteren Darstellungen mit Kali und entfernte die Säure mit Bleioxydhydrat, erhielt aber stets stickstoffhaltige Substanz. Weitere Untersuchungen ergaben, dass ich es entschieden mit einem Gemisch von verschiedenen Körpern zu thun hatte, die sich unter der Hand beim Eindampfen und Wiederauflösen in Alkohol zersetzten, denn es hinterblieb stets von Neuem ein Rückstand bei letzterer Operation. Die Substanz war allerdings gummi-

[1]) Landwirthschaftl. Versuchs-Stationen Bd. IX, S. 275.

artig, aber nur bei scharfem Trocknen zerreiblich und an der Luft stets feucht werdend. Mit Alkalien färbt sie sich intensiv gelb. Jedenfalls ist der in der Lupine enthaltene Farbstoff mit ein Bestandtheil des Bleiniederschlages.

Eichhorn erwähnt, dass der Körper nach der Behandlung mit Säuren die alkalische Kupferlösung beim Erwärmen reducire. Ich kann dies bestätigen, allein bei einem Versuch, das reducirte Kupferoxyd quantitativ zu bestimmen, erhielt ich von 0,405 Grm. vorher mit verdünnter Schwefelsäure in zugeschmolzener Glasröhre 12 Stunden lang im Kochsalzbade erhitzter Substanz nur 0,087 Grm. Kupferoxyd, eine Quantität, aus der ersichtlich ist, dass nur ein geringer Antheil des Gemisches aus einem Kohlehydrat bestehen kann. Ein grosser Theil schlägt sich beim Zusatz von Schwefelsäure zur Auflösung desselben als eine harzartige Masse nieder, und bleibt auch beim Erhitzen darin unlöslich. Die Kohlen- und Wasserstoffbestimmungen ergaben zwar eine den Kohlehydraten annähernd gleiche procentische Zusammensetzung, ich unterlasse es jedoch, die darauf bezüglichen Zahlen hier wiederzugeben, da dieselben bei der Unreinheit der Substanz ohne Werth sind, und behalte mir weitere Untersuchungen darüber vor.

III. Die in dem Lupinensamen enthaltenen Fette.

Beim Ausziehen der gepulverten Samen mit Aether bei gewöhnlicher Temperatur erhält man ein flüssiges Fett von goldgelber Farbe. Zieht man den Rückstand nachträglich mit 80procentigem Alkohol in der Wärme aus, so erhält man beim Auflösen des Extractes in Wasser ein wachsartiges festes Fett.

Das mit Aether gewonnene flüssige Fett ergab bei der Analyse folgende Zahlen:

I. 0,59 Grm. gaben beim Verbrennen mit Kupferoxyd 0,607 Grm. HO = 0,674 Grm. H = 11,42 Proc. H. (CO_2 ging verloren.)

II. 0,2795 Grm. gaben 0,775 Grm. CO_2 = 0,2113 Grm. C = 75,60 Proc. C, und 0,280 Grm. HO = 0,0311 Grm. H = 11,12 Proc. H.

III. 0,2825 Grm. gaben 0,785 Grm. CO_2 = 0,214 Grm. C = 75,75 Proc. C, und 0,294 Grm. HO = 0,0326 Grm. H = 11,53 Proc. H.

	I.	II.	III.
C	—	75,60	75,75
H	11,42	11,12	11,53.

Nach längerem Stehen in der Kälte setzten sich reichlich Krystalle eines festen Fettes ab.

Bereits Töpler[1]) bestimmte im Lupinenfett den Phosphorgehalt. Er fand denselben zu 0,29 Proc. Es ist ist das im Vergleich zu den Samen der anderen Leguminosen sehr wenig. Bei meinen Bestimmungen stellte sich für den flüssigen Antheil des mit kaltem Aether ausgezogenen Fettes ein noch geringerer Phosphorgehalt heraus, während in dem festen Antheil derselbe mit Töpler nahezu übereinstimmt. Es scheint, als ob in dem Gemisch von Fetten, welche in der Lupine vorkommen, der feste Antheil der phosphorreichere sei.

2,755 Grm. flüssiges Fett gaben beim Verseifen mit Kalihydrat, Trocknen und langsamen Verkohlen der Seife, Schmelzen mit salpetersaurem Kali im Silbertiegel, Auflösen in NO_5haltigem Wasser, Fällen mit molybdänsaurem Ammoniak etc. 0,0102 Grm. $2\,MgO\,PO_5$ = 0,106 Proc. P.

2,776 Grm. gaben bei derselben Behandlung 0,009 Grm. $2\,MgO\,PO_5$ = 0,090 Proc. P.

0,839 Grm. der aus dem flüssigen Fett ausgeschiedenen Krystalle, denen aber noch flüssiges Fett anhing, gaben 0,0094 Grm. $2\,MgO\,PO_5$ = 0,312 Proc. P.

Die procentische Zusammensetzung des flüssigen Lupinenfettes würde somit nach dem Durchschnitt obiger Analysen sein:

O = 75,700
H = 11,350
P = 0,098
O = 12,852
100,000.

Dieses Resultat stimmt ziemlich genau mit den von J. König[2]) neuerdings veröffentlichten Analysen überein, abgesehen von dem dort nicht berücksichtigten Phosphorgehalt.

Einen weit höheren Phosphorgehalt ergab das nach Extraction mit Aether durch Alkohol erhaltene feste Fett.

Ich erhielt grössere Mengen davon bei der Darstellung des

---

[1]) Jahresberichte für Agriculturchemie von Hofmann 1860—62, S. 57.

[2]) Landw. Versuchs-Stationen Bd. XIII, S. 241.

Bitterstoffes aus dem alkoholischen Extract, und benutzte das Material zur Feststellung der procentischen Zusammensetzung. Die bei der Auflösung des Alkoholextractes in Wasser zurückbleibende fettige Masse wurde zur Entfernung des Bitterstoffes, welcher derselben hartnäckig anhing, wiederholt mit HCl haltigem Wasser unter Zusatz des doppelten Volumens Aether geschüttelt. Es gelang auf diese Weise den Bitterstoff zu entfernen. Die abgehobene Aetherlösung wurde der Destillation unterworfen, der Rückstand längere Zeit bei 100^0 erwärmt, um anhängendes Wasser zu entfernen, und dann nochmals in absolutem Aether gelöst. Nach wiederholter Entfernung des Aethers durch Destillation resultirte ein festes, schmieriges Fett von gelbbrauner Farbe und kratzendem Geschmack.

Die Elementaranalyse ergab folgende Zahlen:

I. 0,541 Grm. gaben bei der Verbrennung mit CuO 0,5305 Grm. HO = 0,0589 Grm. H = 10,88 Proc. HO. (CO_2-Bestimmung ging verloren.)

II. 0,498 Grm. gaben 0,490 Grm. HO = 0,0544 Grm. H = 10,92 Proc. H, und 1,3375 Grm. CO_2 = 0,3655 Grm. C = 72,99 Proc. C.

III. 0,6015 Grm. gaben 0,582 Grm. HO = 0,0646 Grm. H = 10,73 Proc. H, und 1,596 Grm. CO_2 = 0,4354 Grm. C = 72,38 Proc. C.

IV. 2,2525 Grm. gaben beim Verseifen mit Kali, gelindem Verkohlen der Seife, Schmelzen unter Zusatz von KO NO_5, Auflösen der Schmelze in NO_5haltigem Wasser, Fällen mit molybdänsaurem Ammoniak etc. 0,1275 Grm. 2 MgO PO_5 = 0,0356 P = 1,58 Proc. P.

V. 1,632 Grm. gaben bei derselben Behandlung 0,090 Grm. 2 MgO PO_5 = 0,02513 Grm. P = 1,539 Proc. P.

Die durchschnittliche procentische Zusammensetzung wäre demnach:

$$\begin{aligned} C &= 72,68 \\ H &= 10,84 \\ P &= 1,56 \\ O &= 14,92 \\ \hline & 100,00. \end{aligned}$$

Der entschieden hohe Phosphorgehalt des Fettes liess die Frage entstehen, ob demselben nicht doch, ungeachtet der wieder-

holten Behandlung mit absolutem Aether, Phosphorsäure mechanisch beigemischt sei, da die wässerige Lösung des Extractes bedeutende Mengen von letzterer enthielt. Bei genauer Prüfung ergab sich jedoch, dass die Substanz weder an eine concentrirte Chlornatriumlösung, noch an sehr verdünnte Sodalösung, noch an Wasser, welches mit HCl angesäuert war, beim Erwärmen eine Spur von Phosphorsäure abgab.

Einen annähernd gleich hohen Phosphorgehalt (1,25 Proc.) fand Knop[1]) in einem Fett von Zuckererbsen mit schwarzem Keime.

IV. Der Bitterstoff.

In meiner Notiz[2]) habe ich in Kürze den Weg angegeben, auf welchem ich in Anschluss an die Eichhorn'sche Darstellungsmethode den Bitterstoff der gelben Lupine erhalten habe. Der leichteren Uebersicht halber will ich denselben hier nochmals mittheilen.

Die grob gepulverten Samen wurden bei gelinder Wärme wiederholt mit 80procentigem Alkohol extrahirt, der Alkohol abdestillirt, und das erhaltene Extract mit Wasser gelöst. Es hinterblieb dabei das bereits beschriebene Fett. Die wässerige Lösung wurde zur Entfernung der Säure und der übrigen in Lösung gegangenen Bestandtheile mit essigsaurem und basisch essigsaurem Bleioxyd gefällt, das Blei durch HS entfernt, und nach Entfernung des letzteren durch Erhitzen, das Alkaloid durch Gerbsäure gefällt. Der zuerst pflasterähnliche, später zerreibliche Niederschlag wurde mit destillirtem Wasser gewaschen, in Alkohol gelöst und mit frisch gefälltem Bleioxydhydrat in der Wärme zersetzt. Nach Entfernung der wenigen Mengen gelösten Bleies durch HS wurde der Alkohol durch Destillation entfernt und der Rest langsam verdunstet.

Die Ausbeute war im Verhältniss zur angewandten Pflanzensubstanz eine sehr geringe, und ich benutzte dann später, nach

---

[1]) Chem. Centralblatt 1858, S. 759.

[2]) Landw. Versuchs-Stat. Bd. X, S. 518.

dem Vorgange von Siewert[1], der mit HCl haltigem Wasser auszieht, zur Extraction mit HCl angesäuerten Alkohol, fällte auch dann nicht mehr, da aus der Abhandlung von Siewert hervorgeht, dass durch Schütteln der mit Kali versetzten Extractlösung keine Zersetzung des Bitterstoffes stattfindet, mit Gerbsäure, sondern behandelte die sauren alkoholischen Auszüge, von welchen der Alkohol abdestillirt war, ebenfalls mit Kali und Aether.

Die Ausbeute war dabei eine weit grössere. Die Extraction mit HCl haltigem Alkohol hat den Vorzug, dass weit geringere Mengen anderer Bestandtheile, wie Kohlehydrate, Eiweisskörper und anorganische Salze mit in Lösung übergehen. Man erhält, wie Siewert, durch Schütteln des mit Kali versetzten Extractes mit Aether eine goldgelbe Flüssigkeit, welche ausser dem Alkaloid noch fettes und ein wenig ätherisches Oel enthält. Der Aether wurde im Wasserbade abdestillirt und der stark alkalisch reagirende Rückstand mit HCl neutralisirt. Das fette und ätherische Oel scheiden sich hierbei ab. Schüttelt man nun dieses Gemisch mit Wasser und Aether, so bleibt die Chlorverbindung des Alkaloids in Wasser gelöst, während der überstehende Aether das Oel enthält. Durch Abheben des Aethers und wiederholten Zusatz erhält man zuletzt die wässerige Lösung der Chloride vollkommen klar. Dieselbe wird nun wieder mit Kali versetzt und die frei gewordene Basis mit Aether getrennt. Nach öfterer Wiederholung dieser Operation und Entfernung des Aethers hinterbleibt eine ganz schwach gelb gefärbte, syrupöse Flüssigkeit von stark alkalischer Reaction, unangenehmem, an Coniin erinnerndem, namentlich beim Erwärmen stark hervortretendem Geruch und brennendem, intensiv bitterem, zum Husten reizendem Geschmack. Beim Neutralisiren mit HCl bilden sich weisse Nebel. Bei längerem Stehen an der Luft färbt sich die ursprünglich ziemlich farblose Flüssigkeit dunkler, offenbar einer Oxydation unterliegend. Mit Alkohol ist dieselbe in jedem Verhältniss mischbar, eine vollkommen klare Flüssigkeit gebend. Schüttelt man die syrupöse Flüssigkeit mit Wasser, so löst sich

---

[1]) Landw. Versuchs-Stat. Bd. XII, S. 306.

ein Theil derselben auf, ein anderer sinkt in öligen Tropfen unter. Der gelöste Antheil ist derjenige des Basengemenges, der mit Platinchlorid ein in Alkohol lösliches Doppelsalz bildet.

In meiner ersten Notiz gab ich an, dass ich nach meiner früheren Darstellungsmethode nur ein Platinsalz erhalten habe.

Bei Befolgung der Methode des Auszugs mit HCl haltigem Alkohol, Zersetzen des Auszugs nach Siewert mit Kali und Aether und hierdurch erzielter grösserer Ausbeute erhielt ich zwei verschiedene Platinsalze, die das Vorhandensein zweier Alkaloide constatiren, wie bereits Siewert auch gefunden. Bei der Darstellung der Platinsalze selbst bin ich jedoch insofern von Siewert abgewichen, als ich das Basengemisch überhaupt nicht der fractionirten Destillation unterworfen, sondern die alkoholische Lösung der Chloride direct mit einer concentrirten wässerigen Platinchloridlösung im Ueberschuss versetzt, und durch das verschiedene Verhalten der Platinsalze in Betreff ihrer Löslichkeit in Alkohol zu trennen gesucht habe. Die Analysen meiner Platinsalze haben deshalb auch eine andere procentische Zusammensetzung ergeben, als die von Siewert analysirten, und in Folge dessen auch zu einer anderen empirischen Formel geführt. Ich habe aber auf diese Weise stets Salze von constanter Zusammensetzung erhalten.

Beim Versetzen der alkoholischen Lösung der Chloride mit $PtCl_2$ entsteht ein zuerst hellgelber, voluminöser, sehr bald aber krystallinisch werdender Niederschlag, der sich rasch zu Boden setzt.

Einige Platin- und Chlorbestimmungen desselben theilte ich bereits in meiner früheren Notiz mit.

Die von dem ersten Niederschlag ablaufende, Chlorplatin noch im Ueberschuss enthaltende Flüssigkeit setzt nach allmäligem Verdunsten des Alkohols prachtvoll orangefarbige Krystalle ab, die sich sowohl in ihren Eigenschaften, als auch in ihrer Zusammensetzung wesentlich von dem ersten Platinsalz unterscheiden. Das Erstere ist in Alkohol von 80 Proc. und in kaltem Wasser so gut wie unlöslich. In heissem Wasser löst es sich, fällt aber beim Erkalten in grösseren Krystallen wieder heraus. Je nach der Concentration der Lösung des Chlorides

fällt die Dichtigkeit des Salzes verschieden aus. Aus sehr verdünnten Lösungen wird es in der Form von goldgelben Blättchen gefällt, während es aus concentrirteren Lösungen in dichter körnig krystallinischem Zustande erhalten wird. Die Zusammensetzung des Salzes hat sich jedoch trotz des verschiedenen Aussehens stets als dieselbe erwiesen.

In Nachfolgendem beschränke ich mich, die Analysen der beiden Platinsalze, sowie einige auf eine Chlorverbindung bezügliche Zahlen mitzutheilen, weitere Untersuchungen mir vorbehaltend. Die Veröffentlichung wäre schon früher erfolgt, wenn nicht dringende berufliche Arbeiten mich daran verhindert hätten.

Betreffs einiger analytischen Methoden bemerke ich, dass die Chlorbestimmungen in meiner früheren Notiz etwas zu hoch ausgefallen sind. Siewert fand, dass sich beim Schmelzen der Platinsalze mit kohlensaurem Natron-Kali Cyanverbindungen bilden, die, wie ich auch bestätigt gefunden habe, die Chlorbestimmungen etwas beeinträchtigen. Die nachstehenden Bestimmungen sind deshalb stets unter Zusatz von reinem chlorfreiem Kalisalpeter ausgeführt worden. Bei den Stickstoffbestimmungen nach der Will-Varrentrapp'schen Methode wurde dem bei 100° C. getrockneten Material stets etwas reiner Rohrzucker zugesetzt, und die erhaltenen Zahlen stimmen sehr gut mit den aus dem Platingehalt berechneten.

Eine Zersetzung der von mir untersuchten Platinsalze beim Trocknen habe ich nicht beobachten können, dieselben waren weder zusammengesintert, noch entwickelten sie bei dieser Temperatur irgend welchen Geruch.

Analysen des in Alkohol unlöslichen Platinsalzes.

A. Nach früherer Darstellungsmethode.

I. 0,239 Grm. bei 100° C. getrockneter Substanz gaben 0,066 Grm. Pt = 27,61 Proc. Pt.

II. 0,201 Grm. gaben 0,055 Grm. Pt = 27,40 Proc. Pt.

III. 0,239 Grm. gaben beim Verbrennen mit Natronkalk eine 3,90 CC. $^1/_{10}$Silberlösung entsprechende Menge Chlorammonium.

B. Nach der späteren Methode.

I. Darstellung.

IV. 0,408 Grm. gaben 0,1124 Grm. Pt = 27,54 Proc. Pt, und 0,495 Grm. Ag Cl = 0,122 Grm. Cl = 29,91 Proc. Cl.

II. Darstellung.

V. 0,470 Grm. brauchten 12,8 CC. $^1/_{10}$Silberlösung = 0,0179 Grm. N = 3,81 Proc. N.

VI. 0,2115 Grm. brauchten 6,0 CC. $^1/_{10}$Silberlösung = 0,0084 Grm. N = 3,97 Proc. N.

VII. 0,1915 Grm. gaben 0,0524 Grm. Pt = 27,36 Proc. Pt, und 0,230 Grm. Ag Cl = 0,0568 Grm. Cl = 29,68 Proc. Cl.

VIII. 0,4465 Grm. gaben bei der Verbrennung mit chromsaurem Bleioxyd 0,4675 Grm. CO_2 = 0,1275 Grm. C = 28,55 Proc. C, und 0,204 Grm. HO = 0,0226 Grm. H = 5,06 Proc. H.

IX. 0,455 Grm. gaben 0,4815 Grm. CO_2 = 0,1313 Grm. C = 28,85 Proc. C, und 0,216 Grm. HO = 0,024 Grm. H = 5,27 Proc. H.

III. Darstellung.

X. 0,266 Grm. gaben 0,073 Grm. Pt = 27,51 Proc. Pt, und 0,320 Grm. Ag Cl = 0,0791 Grm. Cl = 29,73 Proc. Cl.

XI. 0,2255 Grm. gaben 0,0624 Grm. Pt = 27,67 Proc. Pt, und 0,275 Grm. Ag Cl = 0,0678 Grm. Cl = 30,14 Proc. Cl.

XII. 0,4235 Grm. gaben 0,201 Grm. HO = 0,0223 Grm. H = 5,26 Proc. H. (CO_2 ging verloren.)

XIII. 0,287 Grm. gaben 0,305 Grm. CO_2 = 0,0831 Grm. C = 28,95 Proc. C, und 0,138 Grm. HO = 0,0153 Grm. H = 5,33 Proc. H.

XIV. 0,356 Grm. gaben 0,169 Grm. HO = 0,0187 Grm. H = 5,25 Proc. H. (CO_2 ging verloren.)

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	XIII.	XIV.	Durchschni
C =	—	—	—	—	—	—	—	28,55	28,85	—	—	—	28,95	—	28,78.
H =	—	—	—	—	—	—	—	5,06	5,27	—	—	5,26	5,33	5,25	5,23.
N =	—	—	4,08	—	3,81	3,97	—	—	—	—	—	—	—	—	3,95.
Cl =	—	—	—	29,91	—	—	29,68	—	—	29,73	30,14	—	—	—	29,86.
Pt =	27,61	27,40	—	27,54	—	—	27,36	—	—	27,51	27,67	—	—	—	27,50.

Der aus dem Durchschnittsgehalt an Platin berechnete Stickstoff beträgt 3,89 Proc. und der Gehalt an Chlor 29,56 Proc.

Aus diesen Zahlen ergiebt sich die Formel:

$$C_{34}\ H_{38}\ N_2\ O_4\ Cl_2\ 2\,PtCl_2.$$

Berechnet:		Gefunden:
C	= 28,63	28,78
H	= 5,33	5,23
N	= 3,93	3,95
O	= 4,49	4,68
Pt	= 27,76	27,50
Cl	= 29,86	29,86
	100,00.	100,00.

Die Formel des Alkaloids würde demnach sein:

$$C_{34}\ H_{36}\ N_2\ O_4.$$

Kein Salz der von Siewert durch fractionirte Destillation erhaltenen Basen hat genau dieselbe Zusammensetzung ergeben. Annähernd ähnlich zusammengesetzt ist das Salz, welches genannter Forscher erhielt aus dem bei 216° siedenden Basenantheil, jedoch ist der Platingehalt um 1 Proc. höher. Er berechnet daraus die Formel: $C_{34}\ H_{36}\ N_2\ O_2\ Cl_2\ 2\,PtCl_2$, und fasst es auf als ein Gemisch von äquivalenten Mengen Coniin- und Methylconydrinplatinchlorid. Von dem meinigen unterscheidet es sich durch ein Minus von 2 Aeq. Wasser. Ob bei der Destillation eine derartige Veränderung vorgeht, müssen weitere Untersuchungen lehren; wie man aber aus den analytischen Belegen ersieht, sind meine Salze stets von constanter Zusammensetzung gewesen, und dem in der Lupine vorkommenden Alkaloid dürfte wohl im unveränderten Zustande die von mir berechnete Formel zukommen.

Zersetzt man die heisse wässerige Lösung des Salzes mit Kali und schüttelt mit Aether, so erhält man die Basis wieder. Die Mengen der auf diese Weise von mir erhaltenen Basis waren

mir vor der Hand aber zu gering zu einer Elementaranalyse. Sobald mir grössere Mengen davon zu Gebote stehen, wird dieselbe nachgeholt werden.

Die aus dem Platinsalz abgeschiedene Basis giebt beim Neutralisiren und Fällen aus alkoholischer Lösung mit $PtCl_2$ einen Niederschlag von ganz demselben Platingehalt wie zuvor. Auch tritt die von mir schon mehrfach erwähnte charakteristische rothbraune Färbung mit wässeriger Jodlösung ein. Die Basis selbst stellt eine helle ölige Flüssigkeit dar, die in Wasser zu Boden sinkt und sich nicht darin löst.

Das in Alkohol lösliche Doppelsalz wurde, wie bereits erwähnt, erhalten durch langsame Verdunstung der von dem unlöslichen Salz ablaufenden noch $PtCl_2$ im Ueberschuss enthaltenden Flüssigkeit. Nach mehrfacher Reinigung durch Umkrystallisiren aus Alkohol resultirten rubinrothe, glänzende, leicht zerbrechliche Krystalle mit zahlreichen Flächen, dieselben sind in kaltem Wasser löslich, ebenso in heissem Alkohol.

Die Analysen der bei 100° getrockneten Substanz ergaben folgende Zahlen:

I. 0,199 Grm. mit kohlensaurem Natron-Kali und Salpeter geschmolzen gaben 0,218 Grm. AgCl = 0,0539 Grm. Cl = 27,08 Proc. Chlor.

II. 0,514 Grm. gaben 0,130 Grm. Pt = 25,29 Proc. Pt.

III. 0,336 Grm. gaben 0,364 Grm. AgCl = 0,0899 Grm. Cl = 26,75 Proc. Cl, und 0,0845 Grm. Pt = 25,14 Proc. Pt.

IV. 0,627 Grm. gaben 0,694 Grm. AgCl = 0,1715 Grm. Cl = 27,35 Proc. Cl, und 0,1574 Grm. Pt = 25,10 Proc. Pt.

V. 0,501 Grm. gaben beim Verbrennen mit chromsaurem Bleioxyd 0,5645 Grm. CO_2 = 0,1539 Grm. C = 30,71 Proc. C, und 0,2765 Grm. HO = 0,0307 Grm. H = 6,12 Proc. H.

VI. 0,4335 Grm. gaben 0,500 Grm. CO_2 = 0,136 Grm. C = 31,37 Proc. C, und 0,2295 Grm. HO = 0,0255 Grm. H = 5,88 Proc. H.

VII. 0,521 Grm. gaben 0,130 Grm. Pt = 24,95 Proc. Pt.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
C =	—	—	—	—	30,71	31,37	—
H =	—	—	—	—	6,12	5,88	—
Pt =	—	25,29	25,14	25,10	—	—	24,95
Cl =	27,08	—	26,75	27,35	—	—	—

Der aus dem durchschnittlichen Platingehalt berechnete Stickstoff beträgt 3,56 Proc., der Chlorgehalt hiernach 27,05 Proc.

Diese Zahlen führen zu der Formel:

$$C_{20} H_{24} NO_4 Cl PtCl_2$$

und die Formel der freien Basis würde darnach sein:

$$C_{20} H_{23} NO_4.$$

	Berechnet:	Gefunden:
C =	30,35	31,04
H =	6,07	6,00
N =	3,54	3,56
Pt =	25,02	25,12
Cl =	26,90	27,06
O =	8,09	7,22
	100,00.	100,00.

Lässt man die wässerige Lösung der Chloride über CaCl langsam verdunsten, so erstarrt dieselbe zuletzt zu einer krystallinischen Masse. Durch Entfernen des nicht krystallisirenden Antheils vermittelst Abtropfenlassen und Pressen gelang es mir, eine zur Chlorbestimmung und Darstellung des Platinsalzes hinreichende Menge der Chlorverbindung zu gewinnen. Dieselbe wurde durch mehrmaliges Umkrystallisiren aus Alkohol gereinigt und stellte dann ein vollkommen farbloses, dem Chlorammonium in der Krystallform ähnliches Salz dar.

0,157 Grm. der bei 100^0 getrockneten Substanz brauchten beim Titriren mit $^1/_{10}$Silberlösung 7,05 CC. = 15,91 Proc. Chlor.

0,355 Grm. brauchten 16,1 CC. Silberlösung = 16,05 Proc. Chlor.

Die Formel $C_{20} H_{24} NO_4 Cl$ aber verlangt = 15,72 Proc. Cl.

Das aus dem Basengemisch auskrystallisirende Salz ist demnach die Chlorverbindung derjenigen Basis, deren Platinsalz in Alkohol löslich ist. Versetzt man die alkoholische Lösung desselben mit $PtCl_2$, so entsteht kein Niederschlag, beim Verdunsten aber erhält man die oben beschriebenen orangefarbigen Krystalle.

0,5315 Grm. der auf diese Weise dargestellten bei 100° getrockneten Verbindung gaben 0,1335 Grm. Pt = 25,11 Proc. Pt.

Die von Siewert untersuchte bei 261° siedende Basis ergab die Formel $C_{20} H_{21} NO_2$, unterscheidet sich also wiederum nur durch ein Minus von 2 Aeq. Wasser von der von mir aus dem Platinsalz berechneten Basis.

Sobald mir grössere Mengen der aus der Platinverbindung dargestellten freien Basis zur Verfügung stehen, werde ich die Analysen der letzteren nachholen[1].

Freiberg, im December 1870.

Notiz über den Ursprung der chemischen Arbeit bei der Production von organischer Substanz in der chlorophyllhaltigen Zelle.

Von

Adolf Mayer.

Dr. W. Köppen behandelt in seiner Inaugural-Dissertation über »Wärme und Pflanzenwachsthum«[2] neben vielen anderen interessanten Problemen auch die von mir aufgeworfene und, wie mir scheint, beantwortete Frage[3], ob die chemische Arbeit in der chlorophyllhaltigen Zelle vom Licht (oder schärfer von den Sonnenstrahlen) oder von der Wärme (der Eigenwärme der Pflanze) geleistet werde. Derselbe ist zwar »subjectiv vollkommen überzeugt, dass es das Licht ist, welches bei der Kohlensäurezersetzung die Arbeit leistet, während die Wärme als auslösende

---

[1]) Der grösste Theil vorstehender Untersuchung ist während meiner Thätigkeit an der Versuchs-Station Regenwalde ausgeführt.

[2]) Eingereicht der philosoph. Facultät zu Leipzig 1870, erschienen in Moskau 1870, p. 64.

[3]) Vergl. mein Lehrbuch der Agricultur-Chemie, I, p. 25.

Ursache dabei wirkt«; allein er schöpft diese Ueberzeugung lediglich aus dem empirischen Nachweis der Proportionalität zwischen Lichtintensität und Sauerstoffabscheidung, während er die von mir versuchte theoretische Herleitung dieses Verhaltens aus dem zweiten Hauptsatz der mechanischen Wärmetheorie für unzulässig hält. Ich hatte diesen Hauptsatz in der Weise angewendet, dass ich aus demselben die für den vorliegenden Fall passende Folgerung, nur Wärme, welche in Form einer Temperaturdifferenz vorhanden sei, vermöge[1]) (chemische oder mechanische) Arbeit zu leisten, ableitete. Darauf entgegnet Köppen: »Ich glaube indessen nicht, dass dieser Clausius'sche Satz hier sich anwenden lässt. Derselbe handelt, soweit er den Uebergang der Wärme von einem Körper auf den anderen betrifft, nur von Kreisprocessen, bei welchen der betrachtete Körper wieder in den Anfangszustand zurückgelangt und dabei eine gewisse Menge Wärme bleibend in Arbeit verwandelt wird. Für unseren Fall treffen aber diese Bedingungen nicht ein. Nimmt man die Assimilation allein, so hat man keinen Kreisprocess, zieht man die nachfolgende Verbrennung der assimilirten Stoffe hinzu, so wird in diesem Kreisprocess keine Wärme in Arbeit, sondern nur Wärme in Wärme verwandelt. Wird ein Theil der letzteren Wärme, z. B. in einer Dampfmaschine, nachträglich in Arbeit umgewandelt, so ist das ein Vorgang, der nicht mehr zu dem obigen Kreisprocesse gehört und welcher allerdings an sich unter den zweiten Hauptsatz der mechanischen Wärmetheorie fällt.«

Auf diesen Einwurf habe ich, gerne zugestehend, dass meine Herleitung, entsprechend der Bestimmung meines Buches, eine sehr wenig strenge gewesen ist, zu erwidern, dass dennoch jene Folgerung aus dem zweiten Hauptsatze leicht gezogen werden kann und zwar auf folgende Weise. Wenn man sich die Arbeit der Production von organischer Substanz als Bestandtheil eines Kreisprocesses denkt, d. h. die entstandene organische Substanz als wiederum verbrannt annimmt, so wird, wie Köppen ganz richtig bemerkt, in einem solchen Kreisprocesse nicht

---

[1]) Mit Ausnahme einiger nicht in Betracht kommenden Fälle.

Wärme in Arbeit, sondern Wärme in Wärme verwandelt, vorausgesetzt, dass wir einstweilen Wärme als die arbeitende Kraft ansehen, eine Meinung, die wir ad absurdum führen wollen. Allein für einen jeden Kreisprocess gilt der zweite Hauptsatz der mechanischen Wärmetheorie, welcher aussagt, dass die Summe der vorkommenden Verwandlungen gleich Null sein müsse[1]. Als solche Verwandlungen werden bezeichnet der Uebergang von Wärme in Arbeit, oder besser »Werk«[2] oder umgekehrt, und ebenso der Uebergang von Wärme niederer Temperatur in solche von höherer Temperatur oder umgekehrt. Dabei werden je die beiden erstgenannten Verwandlungen als negative, der Uebergang von Werk in Wärme oder von Wärme höherer Temperatur in solche von niederer Temperatur als positive Verwandlungen bezeichnet.

In unserem Falle wird nun Wärme niederer Temperatur in Wärme höherer Temperatur verwandelt, denn die chemische Arbeit soll ja, nach der auf ihre Zulässigkeit zu prüfenden Behauptung, auf Kosten der niedrigen Eigenwärme der Pflanze vor sich gehen, während man bei der Verbrennung der producirten organischen Substanz fast beliebig hohe Temperaturen erzeugen kann. Unser gedachter Vorgang stellt also eine negative Verwandlung dar, die nicht vor sich gehen kann ohne eine gleichzeitige positive Verwandlung[3], wie z. B. der von Werk in Wärme, während eine solche doch bei dem gedachten Kreisprocesse nicht vorkommt.

Es ist zugleich klar, dass für die empirisch überdies bewiesene Annahme, dass das Licht die Arbeit leiste, die Wärme nur eine secundäre Bedeutung habe und etwa auslösend wirke, die eben angestellte Betrachtung keineswegs ein ähnliches Resultat hat, denn die Sonnenstrahlen sind eben Wärme von hoher Temperatur, und in diesem Falle liegt bei dem gedachten Kreisprocesse keineswegs eine negative Verwandlung vor. Es ist mithin durchaus folgerichtig, wenn man, wie von mir an der

---

[1]) Vergl. Clausius: Ueber den zweiten Hauptsatz etc. 1867, p. 11.

[2]) Ebenda p. 2.

[3]) Vergl. auch ebenda p. 14.

erwähnten Stelle geschehen, auf die Temperaturdifferenz zwischen Sonne und Erde als eine unerlässliche Bedingung der Arbeit in der chlorophyllhaltigen Zelle aufmerksam macht.

Uebrigens wäre weiter gegen Köppen zu bemerken, dass man auch die Arbeitsverrichtung verbrennender organischer Substanz in einer Dampfmaschine mit in den Kreisprocess hineinziehen könnte, denn für diesen ist Nichts charakteristisch, als die schliessliche Wiederherstellung der ursprünglichen Disgregation, und auch auf diese Weise würde das Endergebniss dasselbe sein.

Fast ebenso beweisend und weit unmittelbarer verständlich, als die eben gemachte Herleitung, scheint mir übrigens der schon früher von mir benutzte Hinweis, dass man keine arbeitsleistende Maschine construiren könne, welche die Wärme der Erde als Arbeitsquelle benutze, und doch lässt sich eine jede derartige Arbeitsleistung als Bestandtheil eines Kreisprocesses denken.

Mittheilungen aus der physiologischen Versuchs-Station Tharand.

VII. Untersuchung der Samen der Brassica-Arten und Varietäten.

Von

Dr. Julius Schroeder,

Assistenten der Station.

Die nachstehenden Untersuchungen wurden auf Veranlassung des Herrn Prof. Dr. Nobbe an der pflanzenphysiologischen Versuchs-Station Tharand im Jahre 1870 unternommen. Der leitende Gesichtspunkt der Arbeit war durch die Praxis der neu ins Leben gerufenen Samencontrole geboten, indem es für diese unerlässlich nothwendig erscheint, feste wissenschaftliche Unterlagen für die Unterscheidung solcher Samen zu gewinnen, bei denen eine Bestimmung, gegründet auf äussere morphologische Merkmale,

unausführbar wird, weil diese fehlen. Die verschiedenen Varietäten des Roggen, die Varietäten des Mais u. s. w. geben Beispiele für derartige Fälle. In noch viel höherem Grade ist das Fehlen morphologischer Kennzeichen bei den Varietäten der Brassica-Arten ein Hinderniss der Bestimmung. Hier ist es sogar unmöglich, die Arten selbst an den Samen zu unterscheiden.

Wenn der Praktiker auch im Stande ist, nach den äusseren Kennzeichen, der Schwere, der Farbe u. s. w., mit sicherer Hand und geübtem Auge, die Samen der Kohlarten, des Raps oder Rübsen zu erkennen, so verlassen ihn seine Anhaltspunkte alsbald, so wie es sich darum handelt, bei einer ganz kleinen Probe, oder gar bei einem einzelnen Korn die Bestimmung auszuführen.

Dieser Umstand rührt daher, weil die äusseren Kennzeichen bei ein und derselben Samenprobe nicht unbedeutenden Schwankungen unterliegen und ihren Werth nur als Anhaltspunkte für einen mittleren Gesammteindruck bewahren können. Es ist z. B. gar nicht schwer, die Varietäten der Brassica oleracea an ihrer hellen, matt braunen Farbe und ihrer im Durchschnitt bedeutenderen Grösse von den blauschwarz glänzenden Samen des Winterraps oder den kleineren, mehr rothbraunen Samen des Sommerraps zu unterscheiden. Betrachtet man aber die einzelnen Körner der einen oder anderen Art genauer, so findet man eine Menge Uebergänge und Schwankungen, welche ein sicheres Urtheil verhindern. Unter den grossen dunklen Samen des Winterraps finden sich Körner, deren Gewicht weit unter dem Mittel liegt, und dann auch nicht selten solche, die ganz hell sind, deren Erkennung als Winterraps daher geradezu unmöglich wird.

Für die Praxis der Samencontrole ist nun aber die Bestimmung der Aechtheit des Saatgutes und die Möglichkeit des sicheren Nachweises eventueller Verfälschungen von allergrösster Wichtigkeit. Eine solche Unterlage zur Bestimmung der Brassica-Arten und Varietäten aufzufinden, war der Zweck der nachstehenden Untersuchung. Zugleich sollte die Reinheit, Keimfähigkeit und das Durchschnittsgewicht vergleichsweise bei den in Frage kommenden Varietäten bestimmt werden, um auf diese

Weise die Güte des im Handel vorkommenden Saatgutes kennen zu lernen.

Wenn unser Resultat, wie aus der folgenden Darstellung hervorgehen wird, von dem vorgesteckten Ziele noch weit entfernt, nur einige allgemeine Anhaltspunkte zur Bestimmung darbietet, so dürfte es doch von Interesse sein, schon jetzt eine kurze Zusammenfassung der Ergebnisse und befolgten Methode zu geben.

Das Untersuchungsmaterial erhielt die Versuchs-Station durch die gütige Vermittelung des Herrn Dr. Fr. Alefeld in Ober-Ramstadt aus der Samenhandlung des Herrn Schneeberger in Darmstadt. Die 19 eingesendeten Proben hatten folgende Bezeichnungen:

1) Brassica nigra vulgaris. Gemeiner Senfkohl. I.
2) Br. oleracea sabellica. Gefranster Grünkohl. II.
3) Br. ol. selenisia. Krauser Braunkohl.
4) Br. ol. gemmifera. Rosenkohl.
5) Br. ol. bullata. Wirsing, Nürnberger später.
6) Br. ol. praecox. Wirsing, Wiener früher.
7) Br. ol. germanorum. Weisskraut der Deutschen.
8) Br. ol. elliptica. Weisskraut, Yorker.
9) Br. ol. atrorubens. Rothkraut, holländisches grosses.
10) Br. ol. caulorapa. Oberkohlrabi, späte weisse.
11) Br. ol. protojodusa. Oberkohlrabi, englische, frühe blaue.
12) Br. ol. Loudoni. Brocoli, englischer.
13) Br. oleracea. Blumenkohl, Stadtholder.
14) Brassica napus hyemalis. Winterölraps. III.
15) Br. napus annua. Sommerraps.
16) Brassica rapa biennis. Winterrübe. IV.
17) Br. rapa leucopyrgus. Weisse Rübe, lange weisse.
18) Br. rapa leucoplax. Weisse Rübe, runde weisse.
19) Br. rapa Teltoviensis. Weisse Rübe, Teltower.

Die Auslese des Saatgutes, nach der bei der Samencontrole an der Versuchs-Station üblichen Methode, ergab folgendes Resultat:

No.	Proc. der Verunreinigung.	No.	Proc. der Verunreinigung.	No.	Proc. der Verunreinigung.
1	0,85	8	0,10	15	2,72
2	0,75	9	0,25	16	0,59
3	0,67	10	0,30	17	1,17
4	0,23	11	0,30	18	1,01
5	1,87	12	0,09	19	3,67
6	0,26	13	0,13		
7	0,08	14	0,57		

Im Durchschnitt ist also die Verunreinigung in Proc.:

Br. nigra (1) . . . . . . 0,85 Proc.
Br. oleracea (2—13) . . . 0,42 »
Br. napus (14—15) . . . 1,65 »
Br. rapa (16—19) . . . . 1,61 »

Aus diesen Zahlen ergiebt sich für die Kohlarten und den schwarzen Senf die geringste, für die Raps- und Rübsenarten die grösste Menge an Verunreinigung, und ist dieselbe bei den beiden Letzteren nahezu gleich.

Es wurde nun das durchschnittliche Gewicht bestimmt, welches einem Korne bei den verschiedenen Varietäten und Arten zukommt, indem jedesmal 1000 Körner abgezählt und gewogen wurden. Dieser Versuch, dreimal wiederholt, ergab nun Werthe, welche wir mit den aus denselben resultirenden Mittelzahlen in folgender Uebersicht zusammenstellen:

Absolutes Gewicht von 1000 Samen:

No. der Probe.	I.	II.	III.	Mittel.
1	1,316	1,309	1,352	1,326
2	2,693	2,811	3,195	2,900
3	2,909	2,991	3,145	3,015
4	3,091	3,205	3,027	3,108
5	2,492	2,519	2,881	2,630
6	3,594	3,662	4,125	3,794
7	4,224	4,175	4,402	4,267
8	3,873	3,986	4,103	3,987
9	4,321	4,432	4,500	4,417
10	3,274	3,283	3,489	3,349
11	3,977	4,179	3,756	3,971
12	3,684	3,645	3,470	3,600
13	3,426	3,542	3,633	3,534
14	4,538	4,675	4,786	4,667
15	1,917	1,869	1,917	1,901
16	2,055	2,129	2,241	2,142
17	2,190	2,244	2,371	2,268
18	2,126	2,105	2,206	2,146
19	1,103	1,128	1,191	1,141

Die einzelnen Wägungen der jedesmaligen 1000 Samenkörner stimmen im Allgemeinen hier soweit überein, dass das aus denselben genommene Mittel das wahre Durchschnittsgewicht der einzelnen Proben nahezu repräsentiren kann. Stellen wir, um hierin eine vergleichende Uebersicht zu erhalten, die Resultate der einzelnen Versuchsreihen und die Mittelzahlen so geordnet zusammen, dass zuerst die schwersten und zuletzt die leichtesten zu stehen kommen, so hätten wir folgende Reihenfolge der Nummern:

I.	14,	9,	7,	11,	8,	12,	6,	13,	10,	4,	3,	2,	5,	17,	18,	16,	15,	1,	19.
II.	14,	9,	7,	11,	8,	6,	12,	13,	10,	4,	3,	2,	5,	17,	16,	18,	15,	1,	19.
III.	14,	9,	7,	6,	8,	11,	13,	10,	12,	2,	3,	4,	5,	17,	16,	18,	15,	1,	19.
Mittel.	14,	9,	7,	8,	11,	6,	12,	13,	10,	4,	3,	2,	5,	17,	18,	16,	15,	1,	19.

In Worte zusammengefasst würden sich die Resultate dieser Zahlenreihen in folgender Weise ausdrücken lassen:

1) Der Winterölraps (14) (Br. napus hyemalis) hat von allen Arten und Varietäten der Brassica die schwersten Samen, während die des Sommerraps (15) (Br. napus annua) zu den allerleichtesten gehören.

2) Sämmtliche Varietäten der Brassica oleracea (2—13 incl.) haben schwerere Samen als die Varietäten der Brassica rapa (16—19 incl.). Die Ersteren zeigen für 1000 Samen ein Gewicht von 4,4—2,6, die Letzteren ein Gewicht von 2,3—1,1 Grm.

3) Die Samen des gemeinen Senfkohles (1) (Br. nigra vulgaris) sind, mit der einzigen Ausnahme der Teltower Rüben (19) (Br. rapa Teltoviensis), von den Samen aller Arten und Varietäten der Brassica die leichtesten.

4) Unter den Varietäten der Br. oleracea sind Rothkraut und Weisskraut (9, 7, 8) (Br. ol. atrorubens, — germanorum, — elliptica) die schwersten und stehen hierin dem Winterölraps (14) am nächsten. Der gefranste Grünkohl (2) (Br. ol. sabellica), der krause Braunkohl (3) (Br. ol. selenisia) und der späte Wirsing (5) (Br. ol. bullata) stehen unter den Varietäten dieser Art als die leichtesten den Varietäten der Brassica rapa am nächsten. Die Samen des frühen Wirsing (6) (Br. ol. praecox) und des frühen Oberkohlrabi (11) (Br. ol. protojodusa) sind

schwerer als die Samen des späten Wirsing (5) (Br. ol. bullata) und des späten Oberkohlrabi (10) (Br. ol. caulorapa). —

Um nun festzustellen, wie weit ungefähr bei ein und derselben Varietät Abweichungen im Minimum und Maximum vom Durchschnittsgewichte vorkommen, wurden bei allen Proben je 100 der grössten und kleinsten Körner ausgesucht und gewogen. Das Resultat ist in folgender Tabelle zusammengestellt:

No. der Probe.	Gewicht von 100 Samen.		Differenz von Maximum und Minimum.
	Maximum.	Minimum.	
1	0,190	0,103	0,087
2	0,443	0,197	0,246
3	0,436	0,171	0,265
4	0,467	0,221	0,246
5	0,467	0,207	0,260
6	0,545	0,232	0,313
7	0,569	0,304	0,265
8	0,577	0,301	0,276
9	0,585	0,333	0,252
10	0,535	0,250	0,285
11	0,549	0,254	0,295
12	0,539	0,245	0,294
13	0,543	0,253	0,290
14	0,632	0,300	0,332
15	0,246	0,139	0,107
16	0,282	0,147	0,135
17	0,317	0,165	0,152
18	0,305	0,143	0,162
19	0,175	0,092	0,083

Betrachtet man die vorstehenden Zahlen genauer, so wird man finden, dass der Unterschied zwischen dem Gewicht der grössten und kleinsten im Allgemeinen um so geringer wird, je kleiner das durchschnittliche absolute Gewicht der betreffenden Varietät selbst ist. Dieser Satz gilt indessen nur im Allgemeinen. Eine directe Proportionalität findet hier nicht statt.

So ist für die 4 Arten der Brassica:

	Durchschnittsgewicht für 100 Körner:	Differenz zwischen Maximum und Minimum von 100 Körnern:
Br. nigra	= 0,1326	. . . 0,087
Br. oleracea	= 0,2630 — 0,4417	. . . 0,246 — 0,313
Br. napus	= 0,1901 — 0,4667	. . . 0,107 — 0,332
Br. rapa	= 0,1141 — 0,2268	. . . 0,083 — 0,162.

Die nun folgenden Keimversuche sollten den Procentgehalt der Keimfähigkeit des ausgelesenen Saatgutes ergeben, zugleich sollte aber auch entschieden werden, in wie weit das absolute Gewicht der Samen auf die Keimung von Einfluss sei, ob nicht vielleicht bei einer Anzahl im Durchschnitt schwererer Samen der Procentgehalt der Keimfähigkeit ein grösserer sei, als bei leichteren, kleineren Samen.

Zu diesem Zwecke wurden von jeder Varietät 1000 Samen zu je einzelnen Hunderten abgezählt und jedes Hundert gewogen. Die einzelnen Hunderte der Samen wurden dann der Schwere nach geordnet und zu je 200 zu gleicher Zeit in fünf auf einander folgenden Keimversuchen verwendet. Bei dem ersten Keimversuch wurden überall die 200 schwersten, dann die 200 nächst leichteren, und bei dem fünften Versuch endlich die 200 leichtesten Samen genommen. Wenn der Verlauf der Keimung von der Grösse der Samen in irgend einer Weise abhängig wäre, so müsste sich bei dieser Anordnung in den auf einander folgenden Resultaten der einzelnen Versuche eine Gesetzmässigkeit zeigen.

Jeder Keimversuch dauerte 14 Tage oder auch etwas länger.

Die Resultate mit den Mitteln stellen wir in folgender Uebersicht zusammen:

Es keimen in Procent:

No.	I.	II.	III.	IV.	V.	Mittel.
1	64,5	61,0	58,5	48,5	38,0	54,1
2	93,0	94,5	100,0	95,5	95,5	95,7
3	81,5	77,5	80,0	77,0	72,0	77,6
4	92,0	97,0	98,0	97,0	97,5	96,3
5	89,0	92,5	96,5	91,0	90,5	91,9
6	89,0	85,0	92,5	88,5	84,0	87,8
7	96,0	97,0	93,0	97,5	97,5	96,2
8	35,5	20,0	29,0	23,0	21,5	25,8
9	55,0	58,5	50,5	62,5	54,5	54,2
10	68,0	72,5	78,5	72,5	76,5	73,6
11	89,5	86,5	91,0	96,5	93,0	91,3
12	52,5	62,0	70,5	71,5	68,5	65,0
13	77,5	69,0	89,0	94,0	95,0	84,9
14	100,0	97,5	100,0	99,0	99,0	99,1
15	78,5	78,5	68,5	80,0	77,0	76,5
16	95,0	84,0	95,5	94,0	96,0	92,9
17	98,5	94,5	99,0	99,0	100,0	98,2
18	87,0	83,5	96,0	84,5	95,5	89,3
19	94,0	86,5	95,0	92,5	89,0	91,4

Die Differenzen zwischen den Resultaten der einzelnen Keimversuche sind in einigen Fällen nicht unbedeutend. So steigt dieselbe bei No. 12 auf 19,0, bei No. 1 sogar auf 26,5 als Unterschied zwischen dem grössten und kleinsten erhaltenen Werthe. Hieraus ergiebt sich für die Praxis der Samencontrole die Nothwendigkeit, die Keimversuche mit einer grösseren Anzahl von Samen anzustellen, um zu richtigen Mittelwerthen gelangen zu können.

Die in unserer Tabelle auftretenden Differenzen bei den einzelnen Versuchen zeigen nun aber keine Proportionalität in Bezug auf das Gewicht der jedesmal keimenden Probe. Es keimen hier die schwereren, dort die leichteren Samen am besten, und eine Abhängigkeit vom Gewichte zeigt sich in keiner Weise.

In noch extremerer Art wurde dieser Versuch angestellt, indem die 100 grössten und kleinsten Körner jeder Probe, welche zur Bestimmung des höchsten und niedrigsten Gewichtes verwendet worden waren (S. 184), zum Keimen angesetzt wurden.

Es keimen in Procent:

No.	Grösste.	Kleinste.	No.	Grösste.	Kleinste.	No.	Grösste.	Kleinste.
1	55	52	8	23	27	15	89	61
2	93	95	9	58	45	16	97	86
3	92	57	10	80	65	17	100	98
4	96	86	11	90	89	18	80	80
5	91	90	12	73	78	19	98	87
6	95	60	13	93	87			
7	98	96	14	100	100			

Auch hier ergiebt sich keine Regelmässigkeit. In 3 Fällen keimen die leichtesten Samen besser, in 2 Fällen beide gleich und in 14 Fällen keimen die grössten Samen besser.

Wir gehen nun über zur mikroskopischen Untersuchung, durch welche eine Unterscheidung der Brassica-Arten angestrebt werden sollte.

Die Brassica-Arten gehören unter den Cruciferen zu den Siliquosen und zwar zu denjenigen, die man, nach der Lage

der Cotyledonen und des Würzelchens zu einander, die Orthoplaceae nennt. Die Cotyledonen liegen hier auf einander und sind um das Würzelchen gefaltet. Der Same selbst ist von kugeliger Gestalt, oder hin und wieder etwas zusammengedrückt kugelig, und sieht man äusserlich meist schon leicht an einer kleinen Einsenkung die Stelle, wo das Würzelchen den Cotyledonen anliegt.

Es wurde zunächst versucht, durch Herstellung von Samenquerschnitten der verschiedenen Arten und Betrachtung dieser Objecte bei verschiedener Vergrösserung, in der Lage, welche das Würzelchen jedesmal zu den beiden herumgerollten Cotyledonen einnimmt, einen Unterschied der Arten selbst aufzufinden. Diese Versuche führten indessen zu keinem befriedigenden Resultat. Abgesehen von kleinen Schwankungen und Differenzen in der relativen Grösse der einzelnen Theile, die sich überall, aber ohne durchgehende Gesetzmässigkeit, zeigten, war ein solcher Vergleich auch mit der Schwierigkeit verbunden, wirklich vergleichbare Querschnitte herzustellen, auf welche sich ein sicheres Urtheil begründen lässt. Es durften nämlich hier nur gleichwerthige, gleichliegende Theile der verschiedenen Samen einer vergleichenden Betrachtung unterworfen werden, daher nothwendig die Schnittebene in jedem Falle dieselbe Lage zu den einzelnen Theilen des Samens einnehmen musste. Dieser Anforderung zu genügen ist nicht leicht, und fanden sich, so oft es mir gelang, einen Vergleich anzustellen, immer Verhältnisse, auf welche sich keine Bestimmung basiren liess, indem sich stets Schwankungen und Uebergänge zeigten. Ich glaube daher mit Grund behaupten zu dürfen, dass sich in der relativen Lage der Cotyledonen und des Würzelchens bei den Brassica-Samen keine durchgreifenden charakteristischen Unterschiede finden, dass diese Lage, abgesehen von geringen Abweichungen, überall dieselbe ist.

Zu einem ebenso negativen Resultat führte die Betrachtung der Gewebe der Cotyledonen und des Würzelchens im Einzelnen. Diese bestehen aus kleinzelligen Elementen, sind im Allgemeinen wenig differenzirt und haben überall einen sehr ähnlichen Inhalt.

Bessere, wenn auch keineswegs vollkommen befriedigende Resultate, ergab die Untersuchung des nun noch übrigbleibenden Theiles: der Samenschale. Diese ist ein relativ complicirt gebautes, aus vollkommen differenzirten, zum Theil grosszelligeren Geweben bestehendes Organ, und ist hier daher die Herstellung brauchbarer feiner Querschnitte mit so geringen Schwierigkeiten verbunden, dass ihre Untersuchung auch für praktische Zwecke ausführbar erscheint.

Die Methode, deren ich mich hier bediente, ist die bei kleineren harten Objecten in der Mikroskopie oft angewendete Einschmelzung in Stearin. Der Same wurde halbirt, die Schale ganz abgelöst und auf einem Objectträger in einen Tropfen geschmolzenes Stearin gebracht. Nach dem Erkalten des Stearins ist es nun sehr leicht, einen feinen Querschnitt der Schale mit einem scharfen Rasirmesser zu erhalten. Unter der Präparirlupe werden die Schnitte dann von dem Stearin getrennt und die letzten ihnen noch anhaftenden Theile durch Waschen mit starkem Alkohol entfernt. Nach Behandlung mit Wasser können die Objecte dann entweder gleich oder besser noch unter Glycerin betrachtet werden.

Bei der Samenschale zeigten sich nun einzelne Gewebe, überall wiederkehrend, gleichartig gebaut, andere dagegen erschienen nicht in allen Fällen, oder zeigten eine abweichende Art der Entwickelung. Hierdurch wird es möglich, die Brassica-Samen nach dem Bau der Testa in drei Gruppen zu bringen, deren jede einen besonderen Typus des Baues der Samenschale repräsentirt. Die Verschiedenheit im Bau der Schale liegt immer in den Geweben, welche nach Aussen hin stehen, während die inneren, den Cotyledonen benachbarten Theile keine Abweichungen zeigen. In die erste unserer Gruppen gehört nur die Br. nigra vulgaris, der gemeine Senfkohl. In die zweite Gruppe gehören alle Varietäten der Br. oleracea, die dritte wird von den Varietäten der Br. napus und Br. rapa gebildet.

Leider gelang es mir nicht, gerade für diese praktisch so wichtigen Repräsentanten der Br. napus und rapa einen Unterschied herauszufinden.

Gehen wir nun über zur Einzelbeschreibung der verschiedenen Ausbildungsweise der Samenschale, und halten wir uns nicht an die bis jetzt befolgte Ordnung, sondern beginnen wir mit dem einfachsten Bau.

I. Brassica napus und rapa.

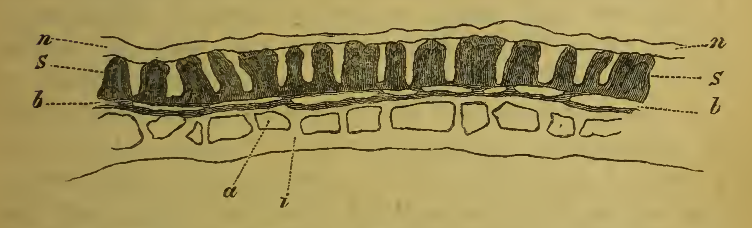


Fig. 1. Br. napus hyemalis, Winterölraps. Samenschale-Querschnitt.

Der beistehende Holzschnitt zeigt uns im Querschnitt die Ansicht der Samenschale von Br. napus hyemalis, dem Winterölraps, und nach diesem Typus finden wir alle Varietäten der Br. rapa und den Sommerraps gestaltet. Die innerste Zellschicht *i*, welche sich an das Gewebe der Cotyledonen zunächst anlegt, ist zusammengesetzt aus mehreren Reihen in die Länge gestreckter enger Zellen, deren Lumen bei *i* nicht mitgezeichnet ist. Mit Chlorzinkjod und Kali quellen die Wandungen auf und färben sich mit ersterem Reagens schön blau. An denjenigen Stellen, wo die Samenschale dem Würzelchen anliegt, ist diese Schicht am stärksten entwickelt.

Die zweite Schicht *a* besteht aus einem meist in einer Zellreihe ausgebildeten Gewebe. Diese Zellen sind nach allen drei Richtungen des Raumes ziemlich gleich gross, erscheinen auf dem Querschnitt rundlich oder eckig, von oben gesehen aber als ein fest zusammenschliessendes Gewebe polygonaler Elemente. Die Wände dieser Zellen färben sich bei Behandlung mit Chlorzinkjod schön blau; mit Kali quellen sie stark auf, wie die Zellen *i*.

Die dritte Schicht besteht aus meist in 1—2 Reihen entwickelten, sehr dünnwandigen, in senkrechter Richtung zum Durchmesser des Samens gestreckten Zellen *b*. In diesen Zellen findet sich stets ein bräunlicher Farbstoff abgelagert, der bei denjenigen Samen, die heller braun erscheinen, in geringerer Menge vorhanden ist.

In der vierten Schicht *s* findet sich eine Reihe von Zellen, die in der Richtung des Radius des Samenkorns verlängert, von oben gesehen aber eckig zusammenschliessend polygonal erscheinen. Die Wände dieser Zellen sind nach der zweiten Schicht zu, nach unten hin, sowie in der Längsrichtung, wo sie an einander stossen, mit sehr starken mit einem braunen Farbstoff imprägnirten Verdickungsschichten versehen. Das Lumen der Zellen, von oben gesehen, erscheint mehr oder weniger rundlich und im Verhältniss zur Wandstärke eng. Auf dem Querschnitt sehen die verdickten Längswände wie eine Reihe neben einander stehender Stäbchen aus, indem die Verdickung der Wand nach Aussen hin fehlt. Diese Stäbchenschicht verleiht der Samenschale ihre Festigkeit und Härte, wodurch sie geschickt erscheint, als schützende Decke dem Samen zu dienen.

Diese vier innersten Schichten, bis zur Stäbchenschicht mitgerechnet, finden sich bei allen Arten und Varietäten der Brassica in derselben Weise wieder. Geringe Abweichungen, die indessen nicht bis zu charakteristischen Unterschieden führen, kommen wohl vor, und wir werden dieselben an der betreffenden Stelle namhaft machen.

Die oberste fünfte Schicht *n* unserer Figur ist es nun, die für Br. napus und rapa charakteristisch ist. Diese erscheint auf den ersten Blick wie eine starke Cuticula, welche sich über die Stäbchenschicht hinzieht. Durch die Reaction mit Chlorzinkjod, wobei sie sich ihrer ganzen Masse nach intensiv blau färbt, zeigt sich indessen bald, dass man es hier mit keiner Cuticula zu thun hat. Aber es scheint auch nicht, dass diese Schicht *n* eine homogene feste Zellstoffhaut darstellt. Mit Kali sowohl als bei der Blaufärbung mit Chorzinkjod quillt sie stark auf, und man sieht dann in die Länge gezogene Partien, welche wie das Lumen gestreckter Zellen erscheinen. Es ist

daher sehr wahrscheinlich, dass diese Partie der Samenschale eine 1—3 Reihen starke Schicht sehr enger, in die Länge gezogener Zellen darstellt, ganz analog der ersten innersten Schicht *i*, nur schwächer entwickelt. Im trockenen Zustande des Samens erscheinen sie collabirt, und erst durch Wasseraufnahme schwellen sie an.

Ein sicheres Urtheil vermag ich indessen hier ebenso wenig wie bei den analogen Schichten der Br. oleracea und nigra zu fällen, da ein solches erst auf die gründliche Kenntniss der Entwickelungsgeschichte basirt werden kann. Für unseren vorliegenden praktischen Zweck kommt es überdies auch hauptsächlich auf die Auffassung der Formdifferenz an.

Die Br. napus annua, der Sommerraps, schliesst sich in der Form der Samenschale ganz an den Winterölraps an. Dieselbe ist nur entsprechend dem kleineren Samen auch weniger dick.

Bei den vier Varietäten der Brassica rapa ist die innerste Schicht *i* meist etwas stärker entwickelt. Man findet die Wandungen der Zellen *a* oft dünner, und sehr häufig sind diese Zellen auch noch der Quere nach getheilt, so dass auch diese Schicht mehrzelliger und stärker erscheint. Die äusserste Zellschicht *n* verläuft im Allgemeinen weniger gerade, als in unserer Figur, sie hebt und senkt sich öfter, so dass kleine Vertiefungen und Vorsprünge gebildet werden. Auf diese Abweichungen hin eine Unterscheidung zu gründen, ist mir indessen trotz wiederholter Bemühungen stets missglückt.

II. Brassica oleracea.

Der umstehende Holzschnitt liefert eine Anschauung des Schalen-Querschnittes von Br. oleracea germanorum, dem Weisskraut der Deutschen. Wie man aus dem Vergleich dieser Figur mit Fig. 1 ersieht, kehren die vier innersten Schichten *i*—*s* hier ganz in derselben Weise wieder, wie wir sie dort sahen. Ueber der Stäbchenschicht *s* findet sich aber hier und bei allen Varietäten der Br. oleracea noch eine Schicht sehr grosser und relativ dünnwandiger Zellen *m*, welche den Abschluss der Schale

nach Aussen hin bilden. Die zwischen diesen Zellen *m* und der Stäbchenschicht *s* verlaufende Schicht *n'* scheint das Analogon der Schicht *n* in Fig. 1 zu bilden, denn auch hier sieht man in manchen Fällen schon ohne Anwendung von Reagentien deutlich die engen Lumina der langgestreckten Zellen. Von Chlorzinkjod werden die Wandungen der Zellschichten *i, a, n', m* immer intensiv blau gefärbt. Bei Br. oleracea sabellica, gemmifera, protojodusa und Loudoni habe ich die Zellenlumina in der Schicht *n'* am deutlichsten gesehen, und zwar am besten bei Br. oleracea gemmifera, so dass über die Natur dieser Schicht kaum ein Zweifel bleiben kann. Im Allgemeinen schliessen

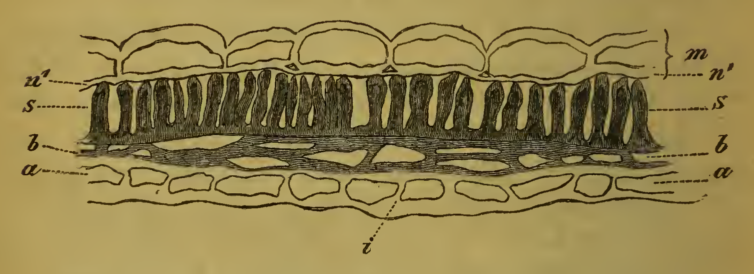


Fig. 2. Br. oleracea germanorum, Weisskraut der Deutschen. Samenschale-Querschnitt.

sich die Varietäten von Br. oleracea in dem Bau der Samenschale so sehr an den in Fig. 2 abgebildeten Typus an, dass kaum eine specielle Bemerkung über Abweichungen im Einzelnen hinzuzufügen wäre. Hin und wieder kommt es vor, dass die Zellen in *m* weniger hoch sind, als bei Br. oleracea germanorum, doch kann man sie aber auch dann immer deutlich als solche erkennen und von den kleinen Zellen der Schicht *n'* scheiden.

Wenden wir uns nun zum Schluss zu der dritten Gruppe, welche, wie wir schon anführten, nur den gemeinen Senfkohl als einzigen Repräsentanten enthält.

III. Brassica nigra vulgaris.

Die Samenschale der Brassica nigra ist von allen bisher angeführten am complicirtesten gebaut. Es ist hier, ebenso wie bei den Samenschalen der drei vorhergehenden Arten, der innerste Theil mit den vier Schichten *i—s* wiederzufinden, der äussere Theil aber erleidet in den Schichten n^2 und *r* eine ganz besonders starke Ausbildung. Die Schicht n^2, die sich an die Stäbchenzellen anschliesst, besteht aus sehr kleinen, unregelmässig durch einander liegenden und in verschiedenster Weise zusammengequetschten Zellen. An bestimmten Stellen *x* häufen sich die Letzteren in ganz besonders grosser Menge an und



Fig. 3. Brassica nigra vulgaris, Gemeiner Senfkohl. Samenschale-Querschnitt.

erheben sich hügelartig über ihre Nachbarn. Die Wände dieser kleinen Zellen färben sich mit Chlorzinkjod blau, und es kann wohl kaum zweifelhaft erscheinen, dass wir es hier mit Nichts weiter als der eigenthümlich entwickelten Zellschicht *n* und n^1 aus Fig. 1 nnd 2 zu thun haben. Den Abschluss nach Aussen erhält die Samenschale durch die grossen dünnwandigen Zellen *r*, welche sich über die Erhebungen und Vertiefungen des Systemes n^2 in gleicher Weise folgend herüberlegen. Dadurch bekommen die Samen des gemeinen Senfkohles ein mehr oder weniger rauhes Ansehen, wodurch sie von den Samen der übrigen Brassica-Arten oft schon mit der Lupe gut zu unterscheiden sind.

Wenn wir nun auch das Resultat der vorstehenden Untersuchungen in vielen Beziehungen als ein negatives und dem vor-

gesteckten Ziele nicht entsprechend bezeichnen müssen, so sehen wir doch die Dreitheilung der Brassica-Arten nach dem Bau der Samenschale durchaus sicher gestellt. Eine grosse Menge Bestimmungsversuche, die ich nach dieser Richtung hin anstellte, erlaubten stets, auch bei einzelnen Körnern, die äusserlich in keiner Weise zu erkennen waren, schnell und sicher den Typus der Gruppe anzugeben.

Zu solchen Control-Versuchen dienten mir die Samen aus der Sammlung der Academie Tharand, und fand ich hier sowohl als bei Samen, welche aus verschiedenen Handlungen bezogen waren, das Resultat stets bestätigt.

Den gemeinen Senfkohl kann man meistens schon bei aufmerksamer Betrachtung mit der Lupe erkennen; ob man es dann weiter mit einer Br. oleracea einerseits, oder einer Br. napus und rapa andererseits zu thun hat, darüber entscheidet mit Sicherheit ein in wenigen Minuten hergestellter und zur Beobachtung präparirter Schalen-Querschnitt.

Tharand, im Mai 1871.

Studien über die Milch.

Von

Dr. **Wilhelm Fleischmann.**

Der Theil der Milchwirthschaft, welcher sich mit der Verarbeitung der Milch zu Butter und Käse beschäftigt, und welcher eine hervorragende praktische Bedeutung besitzt, hat längst auch die Aufmerksamkeit der Agriculturchemiker auf sich gezogen. Es fehlt auf diesem Gebiete nicht an chemischen Analysen, nicht an zahlreichen Experimenten, welche dazu dienen, die einzelnen Vorgänge aufzuhellen, aber die physikalischen Gesetze, von

denen diese Vorgänge zum Theil doch ebenfalls abhängen, haben bis jetzt die verdiente Würdigung noch nicht gefunden. Es hat nach dieser Richtung hin die Wissenschaft noch eine Schuld abzutragen, und zur Tilgung derselben einiges Material zu liefern ist der Zweck der nachstehenden Zeilen.

Wenn wir uns auch vorzugsweise mit Physik und speciell mit Mechanik beschäftigen wollen, so soll dies jedoch keineswegs in einseitiger Weise geschehen, es sollen dabei vielmehr stets die Ergebnisse der chemischen Forschungen im Auge behalten werden. Physik und Chemie greifen auf dem Gebiete der Milchwirthschaft so vielfach in einander, dass nur das Zusammenwirken dieser beiden Wissenschaften zur Erkenntniss der Wahrheit führen kann. Die Chemie ist der Physik vorangeeilt, und deshalb wollen wir auch damit beginnen, dass wir in Kurzem die Anschauungen überblicken, welche sie bezüglich der Constitution der Milch bis jetzt aufgestellt hat.

Auf Grund vieler Analysen, die wir zusammenstellten, nehmen wir die mittlere chemische Zusammensetzung der Milch nach ihren Hauptbestandtheilen wie folgt an:

Wasser	87,400	Proc.
Fett	3,748	»
Käsestoff	3,504	»
Milchzucker	4,598	»
Aschensalze	0,750	»
	100,000	Proc.

In dem Milchwasser sind die Aschensalze der Milch, der Milchzucker, eine kleine Quantität Eiweiss und einige andere theilweise noch nicht näher bekannte und stets in sehr geringen Mengen vorhandene Stoffe aufgelöst. Diese Lösung bildet im Verein mit dem Käsestoff der Milch das sogenannte »Milchserum«.

Ueber den Zustand, in welchem sich der Käsestoff im Serum befindet, sind die Ansichten der Chemiker noch getheilt. Nach Quevenne[1]), dessen Anschauung noch nicht als widerlegt betrachtet werden kann, ist der grösste Theil des Käsestoffs in der Milch im suspendirten Zustande und nur ein kleiner Theil

[1]) M. Bouchardat et feu Th. A. Quevenne, Du lait. II. fascicule, 1857, p. 33.

im gelösten vorhanden. Er unterscheidet suspendirtes und gelöstes Caseïn — caséum suspendu und caséum dissous — und führt für seine Annahme folgende Gründe an:

1) Giesst man thierwarme Milch unmittelbar nach dem Melken auf ein gehörig dichtes Filter von gutem Filtrirpapier, so erhält man eine opalisirende Flüssigkeit, das »Normalserum« — sérum normal —, welches ein geringeres specifisches Gewicht als die Milch hat. Wäre durch die Filtration allein Fett beseitigt worden, so könnte das Serum nicht specifisch leichter, sondern müsste vielmehr schwerer geworden sein. Es muss also nothwendig dem Serum durch die Filtration neben Fett auch noch ein anderer Stoff entzogen worden sein.

2) Die chemische Analyse der auf dem Filter zurückgebliebenen Masse und des Filtrats zeigt, dass erstere neben Fett eine grosse Menge Käsestoff enthält, während sich im Filtrat nur wenig davon findet.

3) Untersucht man Eselsmilch mikroskopisch und zwar mit Hülfe von künstlichem Licht, so sieht man in derselben fast immer das suspendirte Caseïn in Gestalt äusserst feiner Körnchen — granulations extrêmement fines —, welche in Ammoniak löslich, in Aether aber unlöslich sind.

In einer Note unter dem Text des citirten Werkes wird zu Ziffer 3 bemerkt, dass Quevenne diese äusserst feinen Körnchen auch einmal in Kuhmilch gesehen habe. Donné bestätigt die eben angegebenen Thatsachen und theilt die Ansicht Quevenne's bezüglich der doppelten Art der Gegenwart des Käsestoffs in der Milch.

Bouchardat charakterisirt (Seite 35 u. 36 des angegebenen Werkes) die beiden Arten des Käsestoffs wie folgt: Der suspendirte Käsestoff bleibt bei der Filtration der Milch vereinigt mit den Fettkügelchen auf dem Filter zurück, zeigt sich unter dem Mikroskop in Esels- und Kuhmilch in Gestalt äusserst feiner Granulationen und wird durch Lab zum Gerinnen gebracht.

Der aufgelöste Käsestoff geht durch das Filter, wird durch Lab in der Menge, in welcher man dasselbe in den Käsereien gewöhnlich anwendet, nicht zum Gerinnen gebracht, und gerinnt auch nicht in der Siedehitze, sondern nur bei Anwendung von

Säuren, und zwar leichter in der Wärme, als bei gewöhnlicher Temperatur.

Das Butterfett ist in der Milch in sehr feinen Tröpfchen von verschiedener Grösse suspendirt. Dr. Lersch[1]) giebt an, dass diese Tröpfchen kleine Convexlinsen darstellen, eine Anschauung, die uns aus physikalischen Gründen unstatthaft erscheint. Wir glauben vielmehr, dass die Fetttröpfchen die reine Kugelgestalt besitzen, und sprechen deshalb im weiteren Verlauf unserer Betrachtung nur von Fett- oder Butterkügelchen. Bezüglich der Constitution der Butterkügelchen in der Milch herrschen ebenfalls bei den Chemikern und Physiologen jetzt noch zwei verschiedene Meinungen. Die Einen nämlich denken sich in Uebereinstimmung mit Henle, Mitscherlich, Simon, Raspail, Mandl, Alex. Müller, Jul. Lehmann und Anderen die Fettkügelchen mit einer ungemein feinen Hülle umgeben, während die Uebrigen, wie z. B. Donné, Dujardin, Quevenne, Bouchardat und in neuerer Zeit Martiny die Ansicht, für welche die im Laboratorium für technische Chemie zu Braunschweig gemachten Beobachtungen[2]) zu sprechen scheinen, vertreten: die Butter sei in der Milch in ähnlicher Weise suspendirt, wie Oele oder Fette in Emulsionen, also in freien, einer jeglichen Hülle entbehrenden Kügelchen. Diese Divergenz der Ansichten zeigt, dass für beide gewichtige Gründe vorhanden sind, und dass keine von beiden bis jetzt mit aller Evidenz bewiesen werden konnte. Diejenigen, welche eine Hülle um die Fettkügelchen annehmen, stellen sich zum grössten Theil vor, dass diese Hülle aus einem eiweissartigen Stoff oder aus Käsestoff bestünde, und stützen ihre Annahme hauptsächlich durch folgende Thatsachen:

1) dass es durch Filtration nicht gelingt, die Butterkügelchen vom Käsestoff zu trennen;

2) dass es unmöglich ist, der Milch durch Schütteln mit Aether ihre weisse Farbe und Undurchsichtigkeit zu nehmen, d. h. ihr den gesammten Fettgehalt zu entziehen;

---

[1]) Dr. Lersch, die Kur mit Milch, Bonn bei Henry, 1869, S. 2.

[2]) Dingler's Polyt. Journ., Bd. 192, S. 489.

3) dass man der Milch durch ein Gemenge von Alkohol und Aether in passenden Verhältnissen ihr Fett entziehen kann, indem, wie man sich vorstellt, durch den Alkohol dem Aether die Durchdringung der Hüllen ermöglicht wird.

Wir unterlassen es hier, die weiteren Thatsachen aufzuzählen, welche Henle, Gros, Mandl und Andere zur Begründung ihrer Ansicht beizubringen versuchten. Diejenigen, welche das Vorhandensein von Hüllen leugnen, sprechen den angeführten Thatsachen alle Beweiskraft ab und berufen sich vor Allem darauf, dass man unter dem Mikroskop auch bei den stärksten Vergrösserungen an den Fettkügelchen nichts von einer Hülle wahrnehmen könne.

Nach den Angaben Bouchardat's haben die Fettkügelchen, welche die Aufmerksamkeit des Mikroskopirenden zunächst fesseln, einen Diameter von 0,0050 — 0,0033 Mm. Weniger zahlreich als die Kügelchen dieser Grösse sind jene mit einem Durchmesser von 0,0067—0,01 Mm., und in weitaus grösserer Anzahl sind dagegen diejenigen vorhanden, deren Diameter 0,0025—0,0020 Mm. beträgt. v. Gorup[1]) giebt die mittlere Grösse der Fettkügelchen zu 0,00125 — 0,004 Linien, das ist annähernd 0,0028—0,009 Mm., und Heeren[2]) giebt sie zu 0,01 — 0,0017 an. Wir verglichen auch noch die Angaben anderer Autoren und fanden, dass dieselben sämmtlich bezüglich der oberen Grenze gut übereinstimmen, während dies bei der unteren Grenze weniger der Fall ist. Unsere eigenen Messungen ergeben die Grenzen 0,01 — 0,0016. Als Mittel aus allen uns zu Gebote stehenden Angaben finden wir, dass die Halbmesser der Fettkügelchen zwischen 0,005 und 0,0008 Mm. schwanken, dass also die Halbmesser der kleinsten von denen der grössten um das Sechs- bis Siebenfache übertroffen werden. Eines der grössten Fettkügelchen wiegt, das specifische Gewicht des Butterfettes bei 14 ^{0} R. zu 0,942 angenommen, 0,000000493 Milligramm, und in einem Liter Milch befänden sich bei einem Fettgehalt von

---

[1]) v. Gorup-Besanez, Lehrb. d. phys. Chemie. Braunschweig 1867, p. 387.

[2]) Dingler, Polyt. Journ., Bd. 193. p. 401.

40 Grm. über 80,000 Millionen Butterkügelchen, wenn nämlich nur solche mit einem Halbmesser von 0,005 Mm. zugegen wären. Die Menge der Fettkügelchen in der Milch ist jedoch thatsächlich noch viel bedeutender, da der mittlere Halbmesser derselben kleiner ist, als die von uns zu Grunde gelegte Grösse.

Um uns eine Vorstellung darüber zu verschaffen, in welcher gegenseitigen Nähe sich die Fettkügelchen der Milch bei angenommener vollkommen gleichmässiger Vertheilung befinden, stellen wir die folgende Betrachtung an:

Ein Liter Milch wiege 1033 Grm. und sei folgendermassen zusammengesetzt:

Wasser	903 Grm.
Fett	39 »
Käsestoff	36 »
Milchzucker	47 »
Aschensalze	8 »
	1033 Grm.

Ist das specifische Gewicht des Fettes wieder 0,942, so beträgt das Volumen desselben 41 CC. Denken wir uns nun das gesammte Fett in gleich grosse Kügelchen geformt und diese in einem würfelförmigen, ein Liter haltenden Gefäss in der Weise gelagert, dass bei vier einander berührenden und zu je zwei mit dem Mittelpunkte in einer geraden Linie liegenden Kügelchen stets die durch einen der vier Berührungspunkte gelegte verticale oder horizontale Tangentialebene noch einen der Berührungspunkte trifft, so ist, wie eine einfache Ueberlegung zeigt, der Raum, den alle Kügelchen brauchen, etwa 1,9 mal grösser, als der Cubikinhalt aller Kügelchen zusammen. Da dieser Cubikinhalt aber 41 CC. beträgt, so brauchen sie bei der beschriebenen Aneinanderlagerung einen Raum von 77,9, oder in runder Zahl von 78 CC. Man könnte demnach in einem Cubikdecimeter, weil 78 in 1000 etwa 12,8 mal enthalten ist, 12,8 mal mehr Kügelchen in der beschriebenen Weise aufschichten, und dabei wäre der Centralabstand zweier einander berührender Kügelchen gleich dem Durchmesser »*d*«.

Gesetzt, wir hätten den ganzen Cubikdecimeter mit Fettkügelchen in der beschriebenen Weise gefüllt und würden nun den *n*ten Theil derselben in der Weise wegnehmen, dass nur die

gegenseitige Berührung aufgehoben, im Uebrigen aber nichts an der Regelmässigkeit und Gleichförmigkeit der Lagerung geändert würde, — es könnte dies dadurch geschehen, dass man nach den drei Richtungen des Raumes immer die gleiche Anzahl von Schichten gleichheitlich wegnähme — so betrüge der Centralabstand je zweier einander benachbarten Kügelchen nie weniger als $\sqrt[3]{n} \times d$.

Da wir in einem Cubikdecimeter Milch nur den 12,8ten Theil der Menge von Kügelchen haben, die sich im ganzen Cubikdecimeter schichten liesse, so beträgt der Centralabstand zweier benachbarter Kügelchen gewiss nie weniger als $\sqrt[3]{12{,}8} \times d = 2{,}3 \times d$, das ist mehr als das Doppelte des Durchmessers, so dass man bei der vorausgesetzten Lagerung stets zwischen zwei benachbarte Kügelchen ein drittes einschieben könnte, ohne dass eine Berührung stattfände. Dieses Verhältniss bleibt dasselbe, ob man sich die Dimensionen der Kügelchen kleiner oder grösser denkt.

Diese Betrachtung zeigt, wie es in der Milch, welche Kügelchen der verschiedensten Dimensionen enthält, während der Aufrahmung leicht geschehen kann, dass den grösseren rascher aufsteigenden Kügelchen durch die kleineren der Weg versperrt wird. Da aber die grösseren ein grösseres Bewegungsmoment besitzen, so wird es viel häufiger vorkommen, dass sie die kleineren vor sich herschieben, als dass sie von ihnen zurückgehalten werden.

Hätten die Kügelchen in der Rahmschichte nach stattgefundener Aufrahmung bei gegenseitiger Berührung die beschriebene Lagerung, so würden sie, wenn die einzelnen Grössenordnungen gesondert in auf einander folgenden Schichten ruhten, im Aufrahmungsgefäss 7,8 Volumenprocente, wenn alles Fett, und 6,2 Volumenprocente, wenn nur 80 Proc. der vorhandenen Fettmenge aufstiege, einnehmen. Obgleich die von uns vorausgesetzte Lagerung ein Maximum von Raum beansprucht und eine andere Gruppirung weniger erfordern würde, so beobachtet man doch stets, besonders bei tiefen Temperaturen, in normaler Milch eine Rahmschicht, welche mehr als 7,8 Volumenprocente, d. h. mehr als sogar die ganze Fettmenge zur Ab-

agerung erforderte, beträgt. Wir müssen hieraus schliessen, dass in der Rahmschicht eine unmittelbare gegenseitige Berührung der Fettkügelchen nicht stattfindet. Diese Thatsache kann man übrigens auch daraus abnehmen, dass eine und dieselbe Sorte Milch in vollkommen gleichartigen Aufrahmungsgefässen und in gleich hohen Schichten bei verschiedenen Temperaturen Rahmschichten von ganz verschiedener Höhe aufwirft, eine Erscheinung, auf welche ausführlicher zurückzukommen wir uns vorbehalten.

Gesetzt, es habe in einem Gefäss die Aufrahmung stattgefunden, es seien 80 Proc. des gesammten Fettgehaltes der Milch aufgestiegen und nähmen einen Raum von 12 Volumenprocenten ein, während die übrigen 88 Volumenprocente der blauen Milch nur noch Fettkügelchen der kleinsten Stadien »d_1« in der beschriebenen gleichförmigen Lagerung enthielten. Da in diesem Raume 55mal mehr Kügelchen, als wirklich vorhanden sind, Platz fänden, so würde bei vollkommen gleichmässiger Vertheilung der Centralabstand zweier benachbarter Kügelchen nicht weniger als $\sqrt[3]{55} \times d_1 = 3{,}8 \times d_1$ betragen, und es könnte sich also eines der grössten Kügelchen, deren Halbmesser den der kleinsten um das Sechs- bis Siebenfache übertrifft, noch nicht ungehindert bewegen.

Ist der Aufrahmungsprocess eine Zeit lang im Gange, so nimmt in den höheren Schichten der Milch die Zahl der Fettkügelchen zu und in den tieferen ab, so dass oben die Bewegung eine immer mehr gehinderte, unten aber eine immer freiere wird. A. Müller[1]) hat durchs Experiment bestätigt, dass in einem und demselben Aufrahmungsgefäss die dem Boden näher liegenden Schichten stets etwas ärmer an Fett sind, als die höher liegenden. Je länger also der Aufrahmungsprocess dauert, um so mehr nimmt die Freiheit der Bewegung für die kleinen zurückgebliebenen Fettkügelchen zu. Trotzdem ist es bis jetzt noch nie gelungen, selbst wenn man die Milch so lange als nur möglich stehen liess, alle Fettkügelchen in die Rahmschichte zu bringen. Wenn auch entschieden mit der Zeit die Rahmschichte immer reicher an Fett wird, so erfolgt jedoch diese

[1]) Landw. Versuchs-Stat. 1867, Bd. IX, S. 45.

Zunahme, wie man sich leicht überzeugen kann, um so langsamer, je länger die Aufrahmung bereits im Gange ist, und es möchte bis jetzt in der Praxis kaum gelungen sein, auch bei der längsten Dauer der Aufrahmung, mehr als 85—90 Proc. des gesammten Milchfettes in die Rahmschichte zu bekommen. Um die näheren Umstände der Bewegung der Fettkügelchen während des Aufrahmungsprocesses kennen zu lernen, suchen wir uns die Gesetze derselben zu entwickeln.

Wir stellen uns zu dem Ende ein Fettkügelchen mit dem Radius r vor, welches sich in dem ruhenden Serum bei einer bestimmten gleichbleibenden Temperatur τ bewegt. Dabei nehmen wir Rücksicht auf die Widerstände, welche das Serum als Medium, in welchem die Bewegung stattfindet, erzeugt, lassen jedoch die Störungen, welche das Fettkügelchen durch andere Fettkügelchen in seiner Bewegung etwa erleidet, deshalb ausser Acht, weil für die Abschätzung derselben sichere Anhaltspunkte kaum zu finden sein möchten. Die auf das betrachtete Fettkügelchen wirkende Kraft »K«, welche dasselbe nach oben treibt, ist gleich dem Unterschied zwischen seinem eigenen Gewicht und dem Gewicht der verdrängten Flüssigkeit. Bezeichnet man daher die Dichtigkeit des Serums mit »δ«, die des Butterfettes mit »δ_1« und das Volumen des Kügelchens mit »V«, so ist:

$$K = V \cdot \delta - V \cdot \delta_1.$$

Die Beschleunigung, welche diese continuirlich wirkende Kraft erzeugt, sei »a«. Im leeren Raume würde auf das Kügelchen vermöge seiner Schwere $K_1 = V \cdot \delta_1$ die Beschleunigung $\frac{d^2 s}{d t^2} = g$ wirken, wobei »g« die Geschwindigkeit bedeutet, welche ein frei fallender Körper im leeren Raume am Ende der ersten Secunde erreicht hat. Da sich bei gleichen Massen die Beschleunigungen wie die bewegenden Kräfte verhalten, so wird:

$$\frac{a}{g} = \frac{K}{K_1} = \frac{V . \delta - V . \delta_1}{V . \delta_1}$$

und hieraus ergiebt sich:

$$a = g \cdot \left(\frac{\delta}{\delta_1} - 1\right).$$

Dem Umstande, dass die Beschleunigung a möglicherweise noch durch Adhäsion fremder Massen an das Fettkügelchen

verkleinert wird, soll noch durch einen unbekannten und unbenannten Factor α Rechnung getragen werden, so dass man für die Beschleunigung des Fettkügelchens ganz allgemein erhält:

$$1)\quad a = \alpha \cdot g \cdot \left(\frac{\delta}{\delta_1} - 1\right).$$

Sind die Fettkügelchen vollkommen frei, so wird $\alpha = 1$ zu setzen sein, adhäriren an ihnen jedoch fremde Massen, so wird α einen ächten Bruch darstellen.

Den der Beschleunigung entgegen wirkenden Widerstand »w« nehmen wir direct proportional dem Quadrat der Geschwindigkeit »v«, direct proportional der Oberfläche des Kügelchens und umgekehrt proportional der Masse desselben an, und erhalten, wenn »γ« eine durch das Experiment zu bestimmende Constante ist:

$$w = \gamma \cdot \frac{\delta \,.\, v^2}{\delta_1 \,.\, r}.$$

Setzt man der Einfachheit wegen $b = \gamma \cdot \frac{\delta}{\delta_1 \,.\, r}$, so wird

$$2)\quad w = b \cdot v^2.$$

Die auf das Kügelchen wirkende continuirliche Kraft ist demnach, wenn »t« die Zeit und »s« den während dieser Zeit zurückgelegten Weg bedeutet:

$$\frac{d^2 s}{d t^2} = \frac{d v}{d t} = a - b \cdot v^2.$$

Hieraus erhält man: $dt = \frac{dv}{a - b \cdot v^2}$. Zerlegt man in Partialbrüche und integrirt zwischen den Grenzen 0 und t unter der Voraussetzung, dass für $t = 0$ auch $v = 0$ und später $s = 0$ wird, so ergiebt sich:

$$3)\quad t = \frac{1}{2\sqrt{ab}} \log \frac{1 + v\sqrt{\frac{b}{a}}}{1 - v\sqrt{\frac{b}{a}}}.$$

Um mit Hülfe dieser Gleichung leicht und einfach einen Ausdruck für den Weg s zu erhalten, führen wir einige Hülfsvariable ein. Wir setzen:

$$4)\quad t \cdot \sqrt{ab} = T. \qquad 5)\quad v \cdot \sqrt{\frac{b}{a}} = V \qquad \text{und } 6)\quad s b = S.$$

Differentiirt man Gleichung 4 nach t und Gleichung 6 nach s, so erhält man: $\sqrt{ab} = \frac{dT}{dt}$ und $b = \frac{dS}{ds}$. Durch Division ergiebt

sich weiter: $\sqrt{\frac{b}{a}} = \frac{dS}{dT} \cdot \frac{dt}{ds} = \frac{dS}{dT} \cdot \frac{1}{v}$, oder $v \cdot \sqrt{\frac{b}{a}} = \frac{dS}{dT}$ und unter Berücksichtigung von Gleichung 5:

$$V = \frac{dS}{dT}.$$

Setzt man die neuen Variabeln in Gleichung 3 ein, so ergiebt sich:

$$2\,T = \log \frac{1+V}{1-V} \text{ oder}$$

$$7)\ \frac{1+V}{1-V} = e^{2T},$$

wenn e die Basis des natürlichen Logarithmensystems bedeutet. Entwickelt man hiernach V und setzt schliesslich statt V ein $\frac{dS}{dT}$, so erhält man:

$$\frac{dS}{dT} = \frac{e^T - e^{-T}}{e^T + e^{-T}}.$$

Man integrirt hier am Einfachsten, wenn man $e^T + e^{-T} = x$ setzt, denn es wird dann einfach:

$$dS = \frac{dx}{x},$$

und wenn für $T = 0$ oder $x = 2$ auch $S = 0$ wird:

$$S = \log \frac{x}{2}.$$

Kehrt man wieder zu den ursprünglichen Variabeln zurück, so erhält man:

$$bs = \log \frac{e^{t\sqrt{ab}} + e^{-t\sqrt{ab}}}{2} \text{ oder}$$

$$8)\ e^{bs} = \frac{1}{2}\left(e^{t\sqrt{ab}} + e^{-t\sqrt{ab}}\right).$$

Diese letzte Gleichung enthält die Gesetze, nach welchen sich das betrachtete Fettkügelchen unter den von uns gemachten Voraussetzungen im Serum der Milch bewegt. Die Function $\frac{1}{2}\left(e^{t\sqrt{ab}} + e^{-t\sqrt{ab}}\right)$ ist der oft vorkommende sogenannte hyperbolische Cosinus von $t \cdot \sqrt{ab} = T$, für dessen Auswerthung auch Hülfstafeln vorhanden sind[1].

---

1) Récueil de formules et de tables numériques, par J. Hoüel. Paris, Gauthier-Villars 1866, Table XIV.

Wir hätten nun zunächst die Aufgabe, die Gleichung 8 genau zu betrachten, und beginnen damit, dass wir die in ihr vorkommenden Grössen a und b einer Discussion unterwerfen.

Nach Gleichung 1 erhielten wir für a:

$$a = \alpha \cdot g \left(\frac{\delta}{\delta_1} - 1 \right).$$

Nehmen wir an, die Fettkügelchen der Milch seien ganz frei und bestünden nur aus Fett, so müssen wir $\alpha = 1$ setzen. Da $g = 9{,}80896$ Meter und da ferner für normale Milch $\delta = 1{,}034$ und $\delta_1 = 0{,}942$ ist, so ergiebt sich annähernd $\left(\frac{\delta}{\delta_1} - 1 \right) = 0{,}1$ und

$$a = 980{,}896 \text{ Mm.},$$

wenn wir nämlich das Millimeter zur Längen- und die Secunde zur Zeiteinheit nehmen, d. h. absolut ohne jeglichen Widerstand würden die Fettkügelchen unter der Einwirkung der berechneten Kraft im Stande sein, in der ersten Secunde ihrer Bewegung einen Weg von 490 Mm. in runder Zahl aufwärts zurücklegen.

Der Widerstand der Bewegung ist aber nach Gleichung 2:

$$w = \gamma \cdot \frac{\delta}{\delta_1 \,.\, r} v^2.$$

Setzen wir $r = 0{,}005$ Mm., d. h. gleich dem Halbmesser der grössten Fettkügelchen, so wird $w = \gamma \cdot 220 \cdot v^2$. Kennen wir auch die Grösse γ nicht, so wissen wir doch mit Sicherheit, dass sie nie kleiner als 1 werden kann. Denken wir uns, es hätte γ diesen den Widerstand auf sein Minimum reducirenden Werth, so wäre $w = 220 \cdot v^2$. So lange noch eine Beschleunigung existirt, muss sein $w < a$, oder $220\, v^2 < 980$ oder

$$v < 2{,}11 \text{ Mm.},$$

d. h. unter den günstigsten Voraussetzungen beträgt für die grössten Fettkügelchen das Maximum der erreichbaren Geschwindigkeit 2,11 Mm. Da aber dieses Maximum etwa 465 mal kleiner ist, als die Geschwindigkeit, welche das Fettkügelchen ohne allen Widerstand am Ende der ersten Secunde erreicht haben müsste, so folgt daraus, dass der Widerstand der Bewegung ein sehr grosser sein, und dass in dem Ausdruck $w = b \cdot v^2$ die Grösse b im Vergleich zu v sehr gross sein muss. In der That wird aber das Geschwindigkeitsmaximum,

welches die grössten Fettkügelchen erreichen, weit hinter 2,11 Mm. zurückbleiben. Unter solchen Verhältnissen muss v in kürzester Zeit den Werth erreicht haben, für welchen, gegenüber dem sehr grossen Widerstande, die Beschleunigung ganz und gar verschwindet, und der sich aus der Gleichung $\frac{d^2s}{dt^2} = a - bv^2 = 0$ wie folgt ergiebt:

$$9)\quad v = \sqrt{\frac{a}{b}}.$$

Aus Gleichung 5 folgt dann weiter: $V = 1$ und aus Gleichung 7: $e^{2T} = \infty$, mithin $e^{-2T} = e^{-2t\sqrt{ab}} =$ unendlich klein, und natürlich ebenso $e^{-t\cdot\sqrt{ab}}$. Demnach geht die Gleichung 8 selbst über in:

$$e^{bs} = \frac{1}{2}\, e^{t\sqrt{ab}} \text{ oder}$$

$$bs = t\cdot\sqrt{ab} - \log \text{nat } 2 \text{ oder}$$

$$bs = t\cdot\sqrt{ab} - 0{,}693\ldots$$

Da aber auch die Zahl 0,693... sehr klein ist im Vergleich zu den übrigen Gliedern der letzten Gleichung, so erhalten wir mit grosser Annäherung:

$$10)\quad s = t\cdot\sqrt{\frac{a}{b}}.$$

Aus den Gleichungen 9 und 10 ersehen wir, dass wir uns die Bewegung der Fettkügelchen in der Milch als eine gleichförmige zu denken haben. Die continuirliche Kraft erzeugt für jedes Kügelchen in der kürzesten Zeit eine gewisse Grenzgeschwindigkeit, und sowie dies eingetreten ist, findet eine weitere Beschleunigung nicht mehr statt, sondern beginnt eine gleichförmige Bewegung.

Wir setzten bei unserer bisherigen Betrachtung die Temperatur τ als gleichbleibend voraus. Würde sich dieselbe ändern, so könnte dies nicht ohne Einfluss auf die Triebkraft $a = g\cdot\left(\frac{\delta}{\delta_1} - 1\right)$ bleiben, indem sich die Werthe von δ und δ_1 ändern würden. Um uns eine genaue Vorstellung über die Grösse des Einflusses, welchen die Temperatur auszuüben vermag, zu verschaffen, bilden wir das Differenzenverhältniss von a nach τ und bedienen uns dabei der üblichen Bezeichnungen.

Wir erhalten $\frac{\Delta a}{\Delta \tau} = g \cdot \frac{\delta_1 \frac{\Delta \delta}{\Delta \tau} - \delta \frac{\Delta \delta_1}{\Delta \tau}}{\delta_1{}^2}$, und für die Aenderung Δa, welche a erleidet, wenn τ um $\Delta \tau$ wächst oder abnimmt:

$$\Delta a = g \cdot \frac{\delta}{\delta_1} \left(\frac{\Delta \delta}{\delta} - \frac{\Delta \delta_1}{\delta_1} \right)$$

$\frac{\Delta \delta}{\delta}$ drückt das Verhältniss der Aenderung von δ in Folge der Temperaturänderung $\Delta \tau$ zu dem ursprünglichen Werthe von δ aus und analog verhält es sich mit $\frac{\Delta \delta_1}{\delta_1}$. Das erstere Verhältniss besitzt für die Grenzen 0 bis 40 ° C., d. h. für die weitesten in der gewöhnlichen Praxis vorkommenden Grenzen, den Werth 0,005, während dem letzteren Verhältniss, um welches das erste vermindert wird, ein kleinerer Werth zukommt. Wir erhalten daher, wenn wir in dem Factor $\left(\frac{\Delta \delta}{\delta} - \frac{\Delta \delta_1}{\delta_1} \right)$ den Subtrahend ganz unberücksichtigt lassen, mit aller Sicherheit $\Delta a < g \cdot \frac{\delta}{\delta_1} \cdot 0{,}005$ oder

$$\Delta a < 49.$$

Wenn auch für verschiedene Milchproben die Dichtigkeit des Butterfettes bei einer bestimmten Temperatur als unveränderlich angesehen werden muss, so ist dies doch bezüglich der Dichtigkeit des Serums nicht der Fall. Dieselbe unterliegt bekanntlich für verschiedene Milchproben je nach der Zusammensetzung des Serums gewissen Aenderungen und beeinflusst dadurch den Werth von a. Die Grösse dieses Einflusses untersuchen wir wieder dadurch, dass wir uns das Differenzenverhältniss von a nach δ bilden. Dasselbe ist: $\Delta a = g \cdot \frac{\Delta \delta}{\delta_1}$. Nach unseren Erfahrungen erreicht aber durch die wechselnde chemische Zusammensetzung des Serums die Aenderung $\Delta \delta$ unter normalen Verhältnissen höchstens den Werth 0,005, so dass wir in runder Zahl als Maximalwerth für Δa erhalten:

$$\Delta a = 52.$$

Hat in der Gleichung $a = g \cdot \left(\frac{\delta}{\delta_1} - 1 \right)$ der Factor $\frac{\delta}{\delta_1}$ bei einer bestimmten Temperatur einen bestimmten Werth, und wächst die Temperatur, so nimmt sowohl δ als auch δ_1 ab, jedoch die Dichtigkeit des Serums rascher, als die des Butter-

fettes, so dass $\frac{\delta}{\delta_1}$ und damit zugleich a kleiner wird. Wächst ferner bei einer bestimmten Temperatur in verschiedenen Milchproben die Dichtigkeit des Serums, so nimmt $\frac{\delta}{\delta_1}$ und damit zugleich auch a zu.

Die Aenderungsgrenzen, welche wir für a fanden, sind durchaus nicht so unbedeutend, dass die von uns ins Auge gefassten Umstände, unter welchen sie vor sich gehen, nicht etwa einen merklichen Einfluss auf die Geschwindigkeit der Aufrahmung äussern könnten. Es fragt sich nun nur noch, welchen Veränderungen gleichzeitig der Widerstand w unterliegt.

Für die durch Temperaturänderung hervorgerufene Aenderung von a erhielten wir: $\Delta a = g \cdot \frac{\delta}{\delta_1}\left(\frac{\Delta\delta}{\delta} - \frac{\Delta\delta_1}{\delta_1}\right)$. Dividiren wir durch a, so erhalten wir: $\frac{\Delta a}{a} = \frac{\delta}{\delta - \delta_1}\left(\frac{\Delta\delta}{\delta} - \frac{\Delta\delta_1}{\delta_1}\right)$, und wenn wir den Factor $\frac{\delta}{\delta - \delta_1}$ auswerthen:

$$\frac{\Delta a}{a} = 11 \cdot \left(\frac{\Delta\delta}{\delta} - \frac{\Delta\delta_1}{\delta_1}\right).$$

Berechnen wir uns nun auch die Aenderung Δw, welche der Widerstand $w = \gamma \cdot \frac{\delta v^2}{\delta_1 r}$ durch eine Temperaturänderung erleidet, und dividiren dieselbe durch w, so ergiebt sich:

$$\frac{\Delta w}{w} = \left(\frac{\Delta\delta}{\delta} - \frac{\Delta\delta_1}{\delta_1}\right),$$

und zwar unter der Voraussetzung, dass der Factor γ eine absolute Constante ist. Da der Bruch $\frac{\Delta a}{a}$ grösser ist, als der Bruch $\frac{\Delta w}{w}$, so sehen wir, dass sich w nicht in demselben Verhältniss ändert, wie a, sondern dass die gleichartige Aenderung von a verhältnissmässig grösser ist. Ganz analog erhalten wir für die gleiche Temperatur und für verschiedene Milchproben, wenn sich δ ändert, zunächst:

$$\frac{\Delta a}{a} = \frac{\Delta\delta}{\delta - \delta_1} = \frac{\delta}{\delta - \delta_1} \cdot \frac{\Delta\delta}{\delta} \text{ und } \frac{\Delta w}{w} = \frac{\Delta\delta}{\delta}, \text{ oder}$$

$$\frac{\Delta a}{a} = 11 \cdot \frac{\Delta\delta}{\delta} \text{ und}$$

$$\frac{\Delta w}{w} = \frac{\Delta\delta}{\delta}.$$

Wir gelangen hier ganz zu demselben Resultat wie oben. Vernachlässigen wir für beide Fälle den geringen Unterschied zwischen der Triebkraft a und dem Widerstand w und dividiren den ersten Bruch durch den zweiten, so erhalten wir annähernd:

$$\frac{\Delta a}{\Delta w} = \frac{11}{1} \text{ und hieraus}$$

$$\Delta a = 11 \cdot \Delta w,$$

d. h. Δa ist annähernd 11 mal grösser als Δw. Es werden also die Aenderungen, welche unter den betrachteten Verhältnissen die beschleunigende Kraft erleidet, durch die gleichzeitig und in gleichem Sinne erfolgenden Aenderungen des Widerstandes zwar verkleinert, aber nicht compensirt, wenn nämlich der Factor γ durch die Aenderungen von δ und δ_1 gar nicht berührt wird. Diese letztere Voraussetzung möchte jedoch für die Praxis nicht zutreffen. Der Factor γ trägt neben anderen Umständen auch der zwischen dem Serum und dem in Bewegung befindlichen Fettkügelchen stattfindenden Reibung, sowie der Kraft, welche zur Verschiebung der Moleküle des Serums erforderlich ist, Rechnung, und es ist nicht nur möglich, sondern sogar sehr wahrscheinlich, dass diese beiden Widerstandsmomente Functionen der Temperatur und der Dichtigkeit des Serums sind. Macht es auch unsere Betrachtung wahrscheinlich, dass die beschleunigende Kraft a bei abnehmender Temperatur wächst, dass es sich also für die Aufrahmung empfiehlt, die Milch abzukühlen, so werden wir doch bezüglich dieses Punktes erst dann ganz klar sehen, wenn die Beziehungen der physikalischen Eigenschaften des Milchserums zur Temperatur durch fernere Forschungen einmal genau ermittelt sind. Um die bisher gefundenen Gleichungen und Formeln vollständig aufzuklären, ist es unbedingt nöthig, dass wir uns auch darüber Rechenschaft geben, in welcher Weise die vorkommenden Grössen von der Längen- und Zeiteinheit abhängig sind, die wir etwa wählen.

Gesetzt, wir hätten uns in einer bestimmten Betrachtung I für eine bestimmte Längen- und Zeiteinheit entschieden und allen Grössen der Rechnung den Index 1 beigesetzt, während in einer Betrachtung II bei einem Längenmassstab, dessen Einheit gleich μ Einheiten des alten, und bei einer Zeiteinheit,

welche gleich ζ Zeiteinheiten der Betrachtung I ist, allen Grössen der Index 2 gegeben würde. Wir erhalten, wenn wir zunächst die Gleichung

$$\frac{d^2 s}{dt^2} = a = g\left(\frac{\delta}{\delta_1} - 1\right)$$

genauer betrachten: $ds_1 = \mu \cdot ds_2$, ferner $dt_1 = \zeta \cdot dt_2$ und durch Division:

$$\frac{ds_1}{dt_1} = \frac{\mu}{\zeta} \cdot \frac{ds_2}{dt_2} \text{ oder } \frac{ds_2}{dt_2} = \frac{\zeta}{\mu} \cdot \frac{ds_1}{dt_1} \text{ oder}$$

$$v_2 = \frac{\zeta}{\mu} v_1.$$

Ferner ist $d^2 s_1 = \mu\, d^2 s_2$ und $dt_1^2 = \zeta^2 \cdot dt_2^2$, also

$$\frac{d^2 s_1}{dt_1^2} = \frac{\mu}{\zeta^2} \cdot \frac{d^2 s_2}{dt_2^2} \text{ und } \frac{d^2 s_2}{dt_2^2} = \frac{\zeta^2}{\mu} \cdot \frac{d^2 s_1}{dt_1^2} \text{ oder}$$

$$a_2 = \frac{\zeta^2}{\mu} a_1.$$

Der Factor $\frac{\zeta}{\mu}$ muss also dem früheren v und der Factor $\frac{\zeta^2}{\mu}$ dem früheren a hinzugefügt werden, wenn v und a in den neuen Einheiten der Betrachtung II statt in der früheren I gelten soll.

Mit dem Factor $\frac{\zeta^2}{\mu}$ muss nun nothwendigerweise auch der Widerstand w beim Uebergang von Betrachtung I zu II multiplicirt werden, so dass man erhält:

$$w_2 = \frac{\zeta^2}{\mu} \cdot w_1.$$

Wir fanden allgemein $w = \gamma \cdot \frac{\delta . v^2}{\delta_1 r}$, oder wenn wir der Kürze wegen $\gamma \cdot \frac{\delta}{\delta_1} = c$ setzen: $w = c \cdot \frac{v^2}{r}$. Nun wird

$$w_1 = c_1 \frac{v_1^2}{r_1} \text{ und } w_2 = c_2 \cdot \frac{v_2^2}{r_2}.$$

Es ist aber:

$$v_2 = \frac{\zeta}{\mu} \cdot v_1 \text{ und } v_2^2 = \frac{\zeta^2}{\mu^2} \cdot v_1^2, \text{ ferner}$$

$$r_2 = r_1 \cdot \frac{1}{\mu}, \text{ also}$$

$$\frac{v_2^2}{r_2} = \frac{\zeta^2}{\mu} \cdot \frac{v_1^2}{r_1} \text{ oder } \frac{v_2^2}{v_1^2} = \frac{\zeta^2}{\mu} \cdot \frac{r_2}{r_1}. \text{ Weiter ist:}$$

$$\frac{w_2}{w_1} = \frac{c_2}{c_1}\left(\frac{v_2}{v_1}\right)^2 \cdot \frac{r_1}{r_2} = \left(\frac{\zeta}{\mu}\right)^2 \cdot \mu \cdot \frac{c_2}{c^1} = \frac{\zeta^2}{\mu} \cdot \frac{c_2}{c_1}, \text{ also}$$

$$w_2 = \frac{\zeta^2}{\mu} \cdot \frac{c_2}{c_1} \cdot w_1.$$

Da aber, wie wir gesehen haben, nothwendig

$$w_2 = \frac{\zeta^2}{\mu} \cdot w_1 \text{ sein muss, so folgt:}$$

$$c_2 = c_1.$$

Der Factor c ist also nicht, wie a oder v abhängig von der Wahl der Längen- und Zeiteinheit, sondern behält immer den gleichen Zahlenwerth, welche auch die zu Grunde liegenden Einheiten sein mögen.

Wir sprachen uns bereits oben dahin aus, dass wir für unsere Betrachtungen den Millimeter als Längen- und die Secunde als Zeiteinheit wählen.

An die gefundenen Bewegungsgleichungen 9 und 10 (S. 206) lassen sich einige Sätze anknüpfen, welche für eine und dieselbe Milch und für eine gleichbleibende Temperatur gelten. Denken wir uns nämlich ein zweites Fettkügelchen, welchem die Grössen r_1, v_1, s_1 und t_1 entsprechen, so erhalten wir mit Hülfe von Gleichung 9:

$$\frac{v}{v_1} = \sqrt{\frac{r}{r_1}}, \text{ d. h.:}$$

I. »Die Geschwindigkeiten der Fettkügelchen verhalten sich wie die Quadratwurzeln aus ihren Radien.«

Mit Hülfe von Gleichung 10 erhalten wir, wenn $t = t_1$ ist:

$$\frac{s}{s_1} = \sqrt{\frac{r}{r_1}}, \text{ d. h.:}$$

II. »Die von den Fettkügelchen in gleichen Zeiten zurückgelegten Wege verhalten sich ebenfalls wie die Quadratwurzeln aus den Radien.«

Ist dagegen $s = s_1$, so ergiebt sich:

$$\frac{t}{t_1} = \sqrt{\frac{r_1}{r}}, \text{ d. h.:}$$

III. »Die Zeiten, welche die Fettkügelchen zur Zurücklegung eines bestimmten Weges brauchen, verhalten sich umgekehrt wie die Quadratwurzeln aus den Radien.«

Diese drei Sätze gelten jedoch nur dann, wenn in der Gleichung 1 (S. 203) der Factor $\alpha = 1$ gesetzt wird, d. h. wenn man annimmt, dass die Fettkügelchen vollkommen frei sind und fremde Massen an ihnen nicht adhäriren.

Die bezüglich der Aufrahmung bis jetzt in der Praxis gemachten Erfahrungen lehren, dass unter normalen Umständen nach 12 Stunden der grössere Theil des Butterfettes, der überhaupt gewonnen werden kann, in den gewöhnlichen Aufrahmungsgefässen aufgestiegen ist, wenn auch die Aufrahmung nach dieser Zeit vielleicht noch nicht als vollendet angesehen werden kann. Nehmen wir nun an, es hätten während 12 Stunden in einem 100 Mm. hohen mit Milch gefüllten Aufrahmungsgefäss die grössten Fettkügelchen gerade Zeit gehabt, sämmtlich, also mit Einschluss derjenigen, die sich anfangs am Grunde des Gefässes befanden, aufzusteigen. Die hierzu nöthige Geschwindigkeit wäre $= 0{,}0023$ Mm., oder über 900mal kleiner, als diejenige, welche wir gelegentlich der Discussion des Widerstandes w für die grössten Fettkügelchen und für das Minimum des Widerstandes fanden. Auf Grund dieser gewiss nichts weniger als gewagten Annahme ergiebt sich dann für die Zeit t_1, welche die kleinsten Fettkügelchen mit dem Radius 0,0008 Mm. nöthig hätten, um sämmtlich aufzusteigen und im ungünstigsten Falle einen Weg von 100 Mm. zurückzulegen:

$$\frac{t_1}{12} = \sqrt{\frac{0{,}005}{0{,}0008}}, \text{ und hieraus}$$

$$t_1 = 30 \text{ Stunden.}$$

Wir finden also, dass nach Verlauf von 30 Stunden sämmtliches Fett der Milch in die Rahmschichte gelangt sein müsste.

Dieses Resultat stimmt schlechterdings nicht mit den praktischen Erfahrungen überein, da es bis jetzt nie, auch wenn man der Aufrahmung eine weit längere Zeit als 30 Stunden gönnte, gelang, alles Fett zu gewinnen. Obgleich die Bewegung der kleinsten Fettkügelchen eine immer freiere wird, je länger die Aufrahmung dauert, und obgleich die kleinsten Fettkügelchen nie von den grössten aufgehalten werden können, sondern im Gegentheil von Seiten der letzteren einem Impuls zur Bewegung fortwährend ausgesetzt sind, hat man doch nie, nicht einmal

die untersten Schichten eines Aufrahmungsgefässes, selbst nach der längstmöglichen Zeit der Aufrahmung und unter den günstigsten Umständen, ganz frei von Fett gesehen.

Die Praxis lehrt also, dass ein Theil der Fettkügelchen der Milch, und zwar hauptsächlich die kleinsten, entweder gar keine oder nur eine verschwindend kleine Bewegungsgrösse besitzen, so dass sie sich thatsächlich im ruhenden Serum in Ruhe befinden. Hätten die kleinsten Kügelchen im Vergleich mit den grössten einen verschwindend kleinen Radius, so liesse sich denken, dass ihr Auftrieb gegenüber dem Widerstand eine Geschwindigkeit herbeiführte, die ebenfalls verschwindend klein wäre im Verhältniss zu der Geschwindigkeit der grössten Kügelchen. Die Radien der kleinsten Kügelchen werden aber von denen der grösseren nur um das 6,25fache übertroffen, so dass selbst die weitgehendsten Vorstellungen bezüglich des Widerstandes nicht hinreichen, das Stillstehen derselben zu erklären. Wir sind vielmehr gezwungen anzunehmen, dass für die kleinsten Kügelchen die Triebkraft a selbst zu Null oder verschwindend klein wird.

Da sich unser obiges Resultat mit der Praxis durchaus nicht in Einklang bringen lässt, so müssen entweder die beiden willkürlichen Voraussetzungen, von denen es bedingt ist, oder doch wenigstens die eine derselben, falsch sein. Die Annahme, welche wir bezüglich der Geschwindigkeit der grössten Fettkügelchen machten, ist nach unseren Erfahrungen zwar insofern unrichtig, als die Geschwindigkeit in der That grösser ist, aber eben deshalb vermag sie um so weniger den bestehenden Widerspruch zu erklären. Es muss daher nothwendig die zweite Annahme, nach welcher in der Gleichung 1 (S. 203) der Factor $\alpha = 1$ gesetzt und eine Adhäsion fremder Massen an die Fettkügelchen als nicht vorhanden gedacht wurde, eine irrige sein. Wir werden also aus mechanischen Gründen mit logischer Nothwendigkeit zu der Vorstellung hingedrängt, dass die Fettkügelchen nicht frei in der Milch suspendirt sind, sondern dass fremde dichtere Stoffe an denselben adhäriren, von aussen her ihr Gewicht vergrössern und dadurch unter Umständen die Triebkraft auf Null oder auf eine verschwindend kleine Grösse reduciren. Chemische und mikroskopische Untersuchungen werden entscheiden müssen, ob

die Fettkügelchen eine zusammenhängende aus einem Proteïnkörper oder aus anderen Stoffen bestehende Hülle besitzen, oder ob lose Flocken von Käsestoff an ihnen haften, falls in der Milch wirklich der grössere Theil des Käsestoffs im suspendirten Zustande vorhanden sein sollte. Sei dem, wie ihm wolle, wir stellen uns alle Fettkügelchen, gross und klein, als mit einer überall gleich dicken Hülle gleichmässig umgeben vor. Sind auch vielleicht thatsächlich nur lose Flocken vorhanden, so ändert es doch an dem Effect, den wir im Auge haben, nur wenig, wenn wir an die Stelle derselben aus Rücksicht auf die mathematische Betrachtung in Gedanken eben auch eine gleichmässige, ihnen dem Gewicht nach völlig gleichkommende zusammenhängende Schicht setzen. Die Annahme einer gleich dicken Schicht für grosse und kleine Fettkügelchen scheint uns die allein berechtigte, indem wir uns die Ablagerung der fremden Massen als die Folge einer für alle Kügelchen in gleicher Weise wirkenden, von der Masse der Kügelchen unabhängigen und nur an der Oberfläche derselben auftretenden Molekularattraction vorstellen müssen. Die entgegengesetzte Annahme, dass die verschieden grossen Kügelchen eine verschieden dicke Hülle hätten, liesse sich physikalisch nicht wohl begründen.

Wir hätten nun zu untersuchen, welchen Werth die Triebkraft a für unsere neu gewonnene Vorstellung annimmt. Wir denken uns zu dem Ende ein Fettkügelchen mit dem Radius r, an welchem ein fremder Körper mit dem specifischen Gewicht σ dergestalt adhärirt, dass er eine gleichförmige Hülle von der Mächtigkeit m um dasselbe bildet. Da diese Hülle jedenfalls äusserst fein ist, so berechnen wir ihren Cubikinhalt der Einfachheit wegen als den eines geraden Cylinders, welcher die Oberfläche des Kügelchens zur Grundfläche und die Mächtigkeit der Schichte zur Höhe hat. Die Masse des ganzen Kügelchens sammt Umhüllung ist demnach, wenn wir sie mit M_1 bezeichnen:

$$M_1 = \frac{4}{3} r^3 \pi \cdot \frac{\delta_1}{g} + 4 r^2 \pi \cdot m \frac{\sigma}{g}.$$

$\pi = 3{,}1416$. Die Masse des verdrängten Serums, die wir M nennen wollen, ist:

$$M = \frac{4}{3} r^3 \pi \cdot \frac{\delta}{g} + 4 r^2 \pi\, m \cdot \frac{\delta}{g}.$$

Die Differenz ist:

$$M - M_1 = \frac{4 r^2 \pi}{3 . g} \left[r (\delta - \delta_1) - 3 m (\sigma - \delta) \right].$$

Demnach ist die Beschleunigung a für die Masseneinheit und verglichen mit der Beschleunigung der Schwerkraft im leeren Raum:

$$a = g \cdot \frac{M - M_1}{M} \text{ oder}$$

$$a = g \cdot \frac{r (\delta - \delta_1) - 3m (\sigma - \delta)}{r \delta_1 + 3 m \sigma}, \text{ oder}$$

$$a = \frac{r - 3 m \frac{\sigma - \delta}{\delta - \delta_1}}{r + 3 m \frac{\sigma}{\delta_1}} g \cdot \left(\frac{\delta}{\delta_1} - 1 \right).$$

Setzt man hier, um zu vereinfachen:

$$p = 3 m \frac{\sigma}{\delta_1} \text{ und } x = \frac{\delta_1}{\sigma} \cdot \frac{\sigma - \delta}{\delta - \delta_1}, \text{ so wird:}$$

$$11)\quad a = \frac{r - x . p}{r + p} \cdot g \cdot \left(\frac{\delta}{\delta_1} - 1 \right).$$

Vergleicht man diese letzte Gleichung mit Gleichung 1 auf S. 203, so sieht man, dass der Factor α den Werth besitzt:

$$12)\quad \alpha = \frac{r - x . p}{r + p}.$$

Wir sehen, dass α und damit zugleich auch a verschwindet, wenn $r = x \cdot p$ wird, und dass, wenn $r < x \cdot p$ würde, α und a einen negativen Werth erhielten, d. h. die Fettkügelchen zu Boden sinken müssten. Da man an den kleinsten Milchkügelchen aber weder ein Steigen noch ein Sinken bemerkt, da dieselben vielmehr im Serum schweben, so müssen wir annehmen, dass ihr Halbmesser, den wir »R« nennen wollen, der Grösse $x \cdot p$ gleich, oder doch sehr nahezu gleich, d. h. also sehr annähernd $R = x \cdot p$ ist.

Berechnet man sich die beiden Werthe, welche der Bruch $a = \frac{r - x . p}{r + p}$ für $r = 6 x p = 6 \cdot R$ und $r = 2 x p = 2 R$ erhält, und dividirt den ersteren durch den letzteren, so erhält man $\frac{10 x + 5}{6 x + 1}$. Dieser Quotient hängt zwar zunächst von x, eigentlich aber von σ ab, da x eine Function von σ ist. Kennen wir auch die chemische Beschaffenheit der Hüllen der Fettkügelchen noch

nicht, so wissen wir doch, dass die Materien, aus denen sie etwa bestehen möchten, nicht wohl ein anderes als zwischen den Grenzen 1,2 und 2,0 liegendes specifisches Gewicht haben können, und finden, dass sich für alle innerhalb dieser Grenzen liegenden Werthe von σ der Quotient $\frac{10x+5}{6x+1}$ nur sehr wenig von dem Werthe 2 entfernt. Während also r von $6R = 6xp$ bis $2R = 2xp$ abnimmt, vermindert sich der höchste Werth von α nur etwa um die Hälfte; und setzt sich die Abnahme von r von da ab noch weiter bis R fort, so kommt α rasch zum Verschwinden. Die Abnahme von α und a erfolgt also nicht in gleichem Verhältniss mit der Abnahme von r, sondern geht anfangs verhältnissmässig langsam von statten und nimmt erst, wenn r den Werth $2R$ erreicht und überschreitet, einen sehr raschen Verlauf an. Die verzögernde Wirkung der Hüllen macht sich demnach bei den grösseren Fettkügelchen nur wenig bemerklich, und betrifft in hervorragendem Grade allein diejenigen Kügelchen, deren Radien zwischen den Grenzen $2R$ und R liegen.

Nach Heeren[1]) schwanken die Radien der Kügelchen, welche sich vorzugsweise in der blauen Milch finden, zwischen 0,00125 und 0,000833 Mm., nach unseren eigenen Messungen zwischen 0,00190 und 0,000800 Mm., im Mittel nach beiden Messungen zwischen 0,00157 und 0,000816 und in abgerundeten Zahlen zwischen 0,0016 und 0,0008 Mm. Der Umstand, dass sich die durch directe Messung für die Halbmesser der ruhenden Kügelchen gefundenen Grenzen wie 1 zu 2 verhalten, passt gut zu dem Resultat unserer theoretischen Betrachtung, nach welchem die Kügelchen mit Halbmessern zwischen R und $2R$ ganz besonders von der hemmenden Wirkung ihrer Hüllen berührt werden.

Die Gleichung 12 lässt sich auch noch schreiben:

$$\alpha = \frac{r - \frac{3 . x . \sigma}{\delta_1} . m}{r + \frac{3\sigma}{\delta_1} . m}.$$

Gesetzt die Materie der Hülle wäre Käsestoff und hätte das specifische Gewicht $\sigma = 1,486$, so erhielte man zunächst:

---

[1]) Dingler, Polyt. Journ., Bd. 193, S. 401.

$$\alpha = \frac{r - 15 . m}{r + 5 . m} = \frac{r - 3p}{r + p}.$$

Da hier α zu Null wird, sobald $r = 15 \cdot m$ ist, so sehen wir, dass bei den kleinsten ruhenden Kügelchen der Halbmesser genau oder annähernd 15 mal grösser ist, als die Dicke der Hülle. Da ferner, wie wir fanden, sehr annähernd $R = 15 \cdot m$ und $R = 0{,}0008$ Mm. ist, so erhalten wir für die Dicke der Hüllen:

$$m = 0{,}0000533 \ldots \text{Mm.},$$

eine sehr kleine Grösse, mit Hülfe deren wir uns für die Kügelchen einer jeden Grössenordnung das Gewicht der adhärirenden Masse berechnen können. Ob dieses Gewicht dann wirklich einer zusammenhängenden Hülle, oder einer Summe einzelner äusserst feiner Flocken entspricht, sind wir nicht im Stande zu entscheiden. Weiter finden wir auch noch für den Fall, dass wir es mit adhärirendem Käsestoff zu thun haben:

$$p = 0{,}00027 \text{ und}$$

$$\alpha = \frac{r - 0{,}0008}{r + 0{,}00027}.$$

Da wir uns die Fettkügelchen der Milch nicht mehr frei, sondern von einer Hülle umgeben vorstellen, gelten auch die Sätze I, II und III, welche wir S. 211 aufstellten, nicht mehr, sondern wir erhalten jetzt für zwei Fettkügelchen derselben Milch aus Gleichung 9:

$$13)\quad \frac{v}{v_1} = \sqrt{\frac{\alpha . r}{a_1 . r_1}},$$

und aus Gleichung 10, wenn wir zuerst $t = t_1$ und dann $s = s_1$ annehmen:

$$14)\quad \frac{s}{s_1} = \sqrt{\frac{a . r}{a_1 . r_1}} \quad \text{und} \quad 15)\quad \frac{t}{t_1} = \sqrt{\frac{a_1 . r_1}{a . r}}.$$

Nachdem wir alle nöthigen Grundlagen gewonnen haben, um die Bewegung der Fettkügelchen verfolgen zu können, untersuchen wir, ob es nicht möglich ist, Formeln aufzustellen, welche uns eine Vorstellung über das allmälige Wachsen der Rahmschicht während des Aufrahmungsprocesses zu geben im Stande sind.

Wir denken uns zu dem Ende ein gewisses Quantum normaler Milch, welches in einem viereckigen Aufrahmungsgefäss

eine Schichte von der Höhe »h« bildet, und betrachten die Aufrahmung von Anfang an unter der Voraussetzung, dass die Temperatur constant ist. Störungen, welche in der Bewegung der Fettkügelchen durch Aufstauung etwa entstehen, sehen wir, weil wir denselben nicht Rechnung tragen können, als nicht vorhanden an und stellen uns deshalb eine den verschiedenen Grössenordnungen der Fettkügelchen entsprechende Anzahl von neben einander stehenden verticalen Schichten in der Milch vor, deren jede alle Kügelchen einer und derselben Grössenordnung gleichmässig vertheilt enthält. Bei einer derartigen Vertheilung der Kügelchen trifft sichs zugleich, dass sich in allen horizontalen Schichten, die wir uns in der Milch denken, bei gleicher Dicke die gleiche Anzahl von Kügelchen einer jeden einzelnen Grössenordnung befindet. Nun sei eine bestimmte Fettmenge in Kügelchen, deren Radien zwischen r und $r + \Delta r$ schwanken, wobei Δr eine im Vergleich mit r sehr kleine Grösse sein soll, dargestellt durch den Ausdruck:

$$k \cdot f(r) \, \Delta r,$$

in welchem k eine Constante und $f(r)$ irgend eine noch zu bestimmende Function von r bedeutet. Wird Δr unendlich klein und die Anzahl der Kügelchen unendlich gross angenommen, so können wir uns die gesammte Fettmenge der Milch durch folgendes Integral darstellen:

$$F = k \cdot \int_{R}^{R_1} f(r) \, dr,$$

wobei $R_1 = 0{,}005$ und $R = 0{,}0008$ Mm. die beiden Grenzwerthe darstellen, zwischen welchen die Radien der Kügelchen schwanken. Die Voraussetzung, als nähmen die Radien der Kügelchen von R_1 bis R in der Weise ab, dass der Unterschied zwischen zwei auf einander folgenden Werthen von r unendlich klein würde, und als befänden sich in der Milch unendlich viele Fettkügelchen, kann selbstverständlich für die Praxis nicht zutreffen, aber nichts desto weniger können wir dieselbe beruhigt machen. Haben wir ja doch im Eingange gesehen, dass sich in einem Liter Milch weit über 80000 Millionen Butterkügelchen befinden. und können wir uns ja mit Hülfe des Mikroskopes

jeder Zeit überzeugen, dass der Uebergang von einer Grössenordnung der Kügelchen zur anderen nicht sprungweise, sondern stetig erfolgt.

Setzt man in dem gefundenen Integral die ganze Fettmenge F der Einheit oder sonst einer gegebenen Grösse gleich, so kann man, sobald $f(r)$ bekannt ist, auch den Werth der Constanten k bestimmen. Wir werden jedoch gar nicht in die Lage kommen, dies thun zu müssen, da wir nur Quotienten ins Auge zu fassen haben, für welche sich die Constante k weghebt. Die Form von $f(r)$ hängt davon ab, in welcher Anzahl die Fettkügelchen der verschiedenen Grössenordnungen in der Milch vorhanden sind, und wäre z. B. für den Fall, dass die Kügelchen jeder Grössenordnung gleich viel Fett enthielten, gleich 1, d. h. $f(r) = 1$. Wenn auch die mikroskopischen Untersuchungen der Milch im Allgemeinen zeigen, dass die kleinen Fettkügelchen in derselben in relativ erheblicherer Menge vorhanden sind, als die grösseren, dass also die Anzahl der Kügelchen der einzelnen Grössenordnungen im umgekehrten Verhältniss zu den zugehörigen Radien steht, so wissen wir doch nicht, ob überhaupt die Beziehung zwischen der Anzahl und den Radien der Kügelchen an ein bestimmtes Gesetz gebunden ist oder nicht, und welches eventuell dieses Gesetz ist. Es erscheint uns wahrscheinlich, dass ein solches Gesetz besteht, da in der Natur nirgends Zufälligkeiten, sondern überall, wo sie bildend auftritt, Ordnung und Gesetz herrschen, und wir machen deshalb in Beziehung auf dasselbe eine Reihe verschiedener Annahmen, um sie an der Hand der Praxis zu prüfen.

Ist von jeder Grössenordnung die gleiche Anzahl »n« von Fettkügelchen in der Milch vorhanden und bezeichnet man das Gewicht eines Kügelchens von dem Radius r mit φr^3, so ist das Gewicht aller Kügelchen dieser Grössenordnung $n \cdot \varphi \cdot r^3$ und die ganze Fettmenge der Milch:

$$F = k \int_R^{R_1} r^3 \, dr,$$

wenn man nämlich die Grösse $n\varphi$ zur Constanten k schlägt. Beträgt weiter die Anzahl der grössten Fettkügelchen mit dem

Radius R_1 wieder n und nimmt sie umgekehrt mit der 1ten, 2ten, 3ten, 4ten, 5ten und 6ten Potenz der Radien zu, so finden wir nach diesen verschiedenen Gesetzen für die Anzahl der Kügelchen mit dem Radius r der Reihe nach:

$$n \cdot \frac{R_1}{r},\ n \cdot \left(\frac{R_1}{r}\right)^2,\ n \cdot \left(\frac{R_1}{r}\right)^3,\ n \cdot \left(\frac{R_1}{r}\right)^4,\ n \cdot \left(\frac{R_1}{r}\right)^5,\ n\left(\frac{R_1}{r}\right)^6$$

und für die Gewichte aller Kügelchen mit dem Radius r:

$$n \cdot \varphi \cdot R_1 \cdot r^2,\ n\varphi (R_1)^2 \cdot r,\ n\varphi (R_1)^3,\ n\varphi (R_1)^4 \cdot \frac{1}{r},\ n\varphi (R_1)^5 \cdot \frac{1}{r^2},$$

$$n\varphi (R_1)^6 \frac{1}{r^3}.$$

Die gesammte Fettmenge der Milch nimmt dann die Formen an, wenn wir auch die erste Voraussetzung mit hereinziehen und die Grösse $n\varphi$ zu den Constanten schlagen:

$$F = k \int_R^{R_1} r^3 \cdot dr = k_1 \int_R^{R_1} r^2 \cdot dr = k_2 \int_R^{R_1} r \cdot dr = k_3 \int_R^{R_1} dr =$$

$$k_4 \int_R^{R_1} \frac{dr}{r} = k_5 \int_R^{R_1} \frac{dr}{r^2} = k_6 \int_R^{R_1} \frac{dr}{r^3}.$$

Wir fanden oben, dass diejenigen Fettkügelchen, deren Radien zwischeu R und $2 \cdot R$ schwanken, durch die Hüllen in ihrer Bewegung sehr bedeutend gehemmt werden und thatsächlich in der blauen Milch zurückbleiben. Zugleich zeigt uns die Praxis, dass diese zurückbleibende Menge unter den allergünstigsten Umständen vielleicht 15 Proc., meistens jedoch etwa 20 Proc. der gesammten Fettmenge der Milch beträgt, indem im Grossen und Ganzen der Aufrahmungsprocess eben durchschnittlich nur ohngefähr 80 Proc. davon liefert. Berechnen wir uns nun in Procenten des vorhandenen Milchfettes die Fettmengen, welche in den Kügelchen mit Halbmessern von $2R$ bis R enthalten sind, und bezeichnen dieselben für unsere sieben verschiedenen Voraussetzungen der Reihe nach und entsprechend dem Index von k in der letzten Gleichung mit M, M_1, M_2, M_3, M_4, M_5, M_6, so erhalten wir:

$$M = \frac{\int_R^{2R} r^3 . dr}{\int_R^{R_1} r^3 . dr} = 0{,}98 \,\%.$$

$$M_1 = \frac{\int_R^{2R} r^2 . dr}{\int_R^{R_1} r^2 . dr} = 2{,}88 \,\%.$$

$$M_2 = \frac{\int_R^{2R} r . dr}{\int_R^{R_1} r . dr} = 7{,}89 \,\%.$$

$$M_3 = \frac{\int_R^{2R} dr}{\int_R^{R_1} dr} = 19{,}05 \,\%.$$

$$M_4 = \frac{\int_R^{2R} \frac{dr}{r}}{\int_R^{R_1} \frac{dr}{r}} = 37{,}82 \,\%.$$

$$M_5 = \frac{\int_R^{2R} \frac{dr}{r^2}}{\int_R^{R_1} \frac{dr}{r^2}} = 59{,}52 \,\%.$$

$$M_6 = \frac{\int_R^{2R} \frac{dr}{r^3}}{\int_R^{R_1} \frac{dr}{r^3}} = 76{,}97 \,\%.$$

Ein Ueberblick über diese Reihe zeigt, dass absolut kein anderer Werth zu den Erfahrungen der Praxis passt, als der von M_3, dass dieser aber sehr nahezu die Fettmenge angiebt, welche thatsächlich in der blauen Milch zurückbleibt. Hieraus müssen wir schliessen, dass, wenn überhaupt die Beziehung zwischen der Anzahl und den Radien der Fettkügelchen in der Milch an ein bestimmtes Gesetz gebunden ist, die Anzahl der Kügelchen im umgekehrten Verhältniss mit der 3. Potenz der Radien zunimmt, oder dass, was höchst merkwürdig wäre, die Kügelchen jeder Grössenordnung gleichviel Fett enthalten. Bedenkt man, dass in der That der Aufrahmungsprocess nicht so ungestört vor sich geht, wie wir es aus Rücksicht für die mathematische Betrachtung annehmen, dass die Bewegung der Fettkügelchen durch Aufstauung gestört wird, dass kleine Kügelchen, deren Auftrieb verschwindend klein oder gleich Null ist, durch die grösseren in die Rahmschicht geschoben, während umgekehrt grössere Kügelchen durch die kleinen zurückgehalten werden, und dass ersteres viel häufiger der Fall ist, als letzteres (vergl. S. 200), so kann man sich nicht wundern, wenn in der Praxis vielleicht nicht gerade genau 19 Proc. Fett in der blauen Milch zurückbleiben. In der That, wir können unter Berücksichtigung dieser Umstände wohl sagen, dass der Werth von M_3 vortrefflich zu den Resultaten, welche die Praxis liefert, passt.

Mag nun das Gesetz, auf welches wir hingeleitet wurden, bestehen oder nicht, wir sehen es für unsere fernere Betrachtung als bestehend an, weil die Resultate, welche wir unter Zugrundlegung desselben erhielten, mit der Praxis übereinstimmten.

Um weiter das allmälige Wachsen der Rahmschicht zu verfolgen, bezeichnen wir die Zeit, welche die grössten Fettkügelchen brauchen, um den Weg h zurückzulegen, mit »T«. Während dieser Zeit müssen die grössten Fettkügelchen sämmtlich von der Oberfläche der Milch bis hinab auf den Grund des Gefässes aufgestiegen sein, da ja für keines derselben der zurückzulegende Weg grösser als »h« sein kann. Gleichzeitig steigen aber auch Fettkügelchen aller übrigen Grössenordnungen in entsprechenden Mengen und bis zu entsprechenden Tiefen auf, und

man findet z. B. für den Weg »s«, welchen Fettkügelchen vom Halbmesser r in derselben Zeit zurücklegen, welche die grössten Kügelchen für die Strecke h nöthig haben, nach Gleichung 14:

$$16)\quad s = h \cdot \sqrt{\frac{\alpha . r}{\alpha_1 R_1}},$$

d. h. es werden nach der Zeit T auch alle Fettkügelchen mit dem Halbmesser r, welche bis zu einer Tiefe s unter die Oberfläche hinab liegen, emporgestiegen sein. Nach den Voraussetzungen, welche wir bezüglich der Vertheilung der Fettkügelchen in der Milch machten, muss sich die in allen Kügelchen vom Halbmesser r enthaltene Fettmenge $k f(r) \Delta r$ zu der Fettmenge, welche sich in denselben bis zur Tiefe s hinab gelagerten Kügelchen findet, verhalten wie $h : s$, und letztere muss sein:

$$k \cdot f(r)\, \Delta r \cdot \sqrt{\frac{\alpha . r}{a_1 . R_1}}.$$

Demnach ist die Gesammtmenge des Fettes aller Kügelchen von dem Halbmesser R_1 bis R, welche in der Zeit T aufsteigt:

$$k \cdot \int_R^{R_1} f(r) \sqrt{\frac{\alpha . r}{a_1 . R_1}}\, dr,$$

oder ausgedrückt in Theilen des gesammten Fettes der Milch, wenn wir die Anzahl dieser Theile »f_1« nennen:

$$f_1 = \frac{\int_R^{R_1} f(r) \sqrt{\alpha . r . dr}}{\sqrt{a_1 . R_1} . \int_R^{R_1} f(r)\, dr}.$$

Wächst die Zahl der Kügelchen im umgekehrten Verhältniss zur 3. Potenz der Radien, so wird, wie wir wissen, $f(r) = 1$ und man erhält, wenn man setzt:

$$17)\quad C = \sqrt{a_1 \cdot R_1} = \sqrt{\frac{R_1 . (R_1 - xp)}{R_1 + p}}:$$

$$18)\quad f_1 = \frac{\int_R^{R_1} \sqrt{\frac{r\,(r - x . p)}{r + p}}}{C \cdot \int_R^{R_1} dr}.$$

Rechnen wir aus und multipliciren das Resultat mit 100, so erhalten wir die ganze in der Zeit 0 bis T aufgestiegene Fettmenge ausgedrückt in Procenten der gesammten Fettmenge der Milch. Sehen wir weiter zu, welche Form f_2 annimmt, d. h. die Fettmenge, welche in der Zeit T bis $2\,T$ aufsteigt, und die wir später auch in Procenten der ganzen Fettmenge der Milch berechnen: Den Fettkügelchen, welche in der Zeit $2\,T$ sämmtlich aufsteigen, die also in der Zeit $2\,T$ den Weg h zurücklegen, komme der Radius R_2 zu, und der Einfachheit wegen sei die Wurzel $\sqrt{\frac{r\,(r - x\,p)}{r + p}}$ kurzweg mit »W« bezeichnet. Während der Zeit $2\,T$ steigt von den Fettkügelchen, deren Radien zwischen R_2 und R liegen, auf die Menge:

$$\frac{\int_R^{R_2} W.\,dr}{C.\int_R^{R_1} dr},$$

ferner von den Kügelchen, deren Radius zwischen R_1 und R_2 liegt, diejenige Menge, welche nicht schon in der Zeit T aufstieg. Diese letztere Menge wird dargestellt durch eine Differenz, deren Minuend die ganze in den Kügelchen mit dem Halbmesser R_1 bis R_2 enthaltene Fettmasse, und deren Subtrahend der bereits aufgestiegene Theil dieser Masse ist. Man erhält demnach:

$$f_2 = \frac{\int_R^{R_2} W.\,dr + C.\int_{R_2}^{R_1} dr - \int_{R_2}^{R_1} W.\,dr}{C.\int_R^{R_1} dr}.$$

Wird der Radius der Kügelchen, welche in der Zeit $3\,T$ den Weg h zurücklegen, welche also in der Zeit $3\,T$ sämmtlich aufsteigen, mit R_3 bezeichnet, so erhält man für f_3 zunächst:

$\frac{\int_R^{R_3} W.\,dr}{C.\int_R^{R_1} dr}$, und dann noch eine Differenz, deren Minuend $\frac{\int_{R_3}^{R_2} dr}{\int_R^{R_1} dr}$

und deren Subtrahend die während der Zeit 2 T bereits aufgestiegene Fettmenge der Kügelchen mit dem Halbmesser R_2 bis R_3,

also: $2 \cdot \frac{\int_{R_3}^{R_2} W.dr}{C.\int_{R}^{R_1} dr}$ ist.

In dieser Weise fortfahrend erhält man ganz allgemein:

$$19)\ f_n = \frac{\int_{R}^{R_n} W.dr + C.\int_{R_n}^{R_{n-1}} dr - (n-1).\int_{R_n}^{R_{n-1}} W.dr}{C.\int_{R}^{R_1} dr},$$

welche Formel für alle ganzen positiven Werthe von n und zwar von $n = 2$ an gilt. Für $n = 1$ findet sich der Werth f_1 aus Gleichung 18. Der Werth von R_n findet sich nach Gleichung 15 wie folgt:

$$\frac{T}{nT} = \sqrt{\frac{R_n . \frac{R_n - x.p}{R_n + p}}{C}}, \text{ und hieraus}$$

$$20)\ R_n = \frac{xp}{2} + \frac{C^2}{2n^2} + \sqrt{\left(\frac{x.p}{2} + \frac{C^2}{2n^2}\right)^2 + \frac{p.C^2}{n^2}},$$

eine Gleichung, welche ebenfalls für $n = 1$ nicht gelten kann. Beim Auflösen einer jeden quadratischen Gleichung erhält man bekanntlich für die Wurzel zwei Vorzeichen. Da nun in unserem Falle der Wurzelwerth grösser ist, als der rationale Theil der rechten Seite der Gleichung 20, und man beim negativen Vorzeichen der Wurzel einen negativen unmöglichen Werth für R_n erhalten würde, so muss man das positive Vorzeichen gelten lassen.

Mit Hilfe der bis jetzt gewonnenen Formeln sind wir in der That im Stande, uns ein Bild von dem allmäligen Wachsen der Rahmschicht während des Aufrahmungsprocesses zu verschaffen, sobald wir nur wissen, aus welcher Materie die Hülle der Fettkügelchen besteht und welches specifische Gewicht derselben zukommt.

Die vorkommenden Integrale sind, sofern sie die Form $\int\sqrt{\frac{r(r-xp)}{r+p}}\,dr$ besitzen, elliptische Integrale, deren Berech-

nung im Allgemeinen bekanntlich äusserst umständlich ist. Statt dieselben auf ihre Normalform zurückzuführen und auszuwerthen, ziehen wir es vor, für ihre Berechnung die mechanische Quadratur in Anwendung zu bringen, welche bei dem Gebrauch der Gauss'schen Vorschriften[1]) mit verhältnissmässig geringer Mühe grosse Genauigkeit giebt. Berechnen wir uns in dieser Weise die Werthe von f_1, f_2 etc. für die beiden Annahmen, dass die Materie der Hülle der Fettkügelchen einmal das specifische Gewicht = 1,25, und das andere Mal = 1,486 besitzt, so erhalten wir in Procenten der ganzen Fettmenge

	für $\sigma = 1{,}250$	und für $\sigma = 1{,}486$:
$f_1 =$	. . . 46,00 %	. . . 46,00 %,
$f_2 =$	. . . 36,54 »	. . . 36,47 »
$f_3 =$	. . . 9,19 »	. . . 8,90 »
$f_4 =$	. . . 3,95 »	. . . 3,76 »
$f_5 =$	. . . 2,19 »	. . . 2,04 »
$f_6 =$	. . . 1,39 »	. . . 1,28 »
.	.	.
.	.	.
.	.	.
Summa	100,00 %	100,00 %.

Demnach steigen für $\sigma = 1{,}250$ und für $\sigma = 1{,}486$

	für $\sigma = 1{,}250$	für $\sigma = 1{,}486$
in der Zeit T auf:	. . . 46,00 %	. . . 46,00 %,
» » » $2T$ »	. . . 82,54 »	. . . 82,47 »
» » » $3T$ »	. . . 91,73 »	. . . 91,37 »
» » » $4T$ »	. . . 95,68 »	. . . 95,13 »
» » » $5T$ »	. . . 97,87 »	. . . 97,17 »
» » » $6T$ »	. . . 99,26 »	. . . 98,45 »
.	.	.
.	.	.
.	.	.
» » » nT »	. . . 100,00 »	. . . 100,00 »

Diese Zahlen enthalten die Voraussetzung, dass noch allen Fettkügelchen ein Auftrieb zukommt und dass erst für diejenigen, deren Halbmesser = 0,0008 Mm. ist, die Beschleunigung gleich Null wird, eine Voraussetzung, von der wir deshalb nicht abgehen zu sollen glaubten, als uns für die Bestimmung des Werthes

---

[1]) Commentationes societatis regiae scientiarum Goettingensis recentiores. Vol. III. d. m. pag. 39.

von r, für welchen in Wirklichkeit die Triebkraft zu Null wird, alle sicheren Anhaltspunkte fehlen. Im Allgemeinen wissen wir freilich, dass nicht erst für die Kügelchen mit dem Radius $r = 0,0008$ Mm., sondern dass für alle Kügelchen mit Radien zwischen 0,0008 und 0,0016 Mm. die bewegende Kraft, welche für einen Theil derselben vielleicht nach abwärts gerichtet ist, verschwindend klein sein muss. Berechnen wir uns die Werthe f_1, f_2, f_3 etc. nicht auf 100 Proc., sondern auf 85 Proc., indem wir die extreme Annahme machen, dass nur 15 Proc. der gesammten vorhandenen Fettmenge nicht mehr aufsteigen, so erhalten wir folgendes Schema für die allmälig wachsende Rahmschicht:

	Für $\sigma = 1,250$	und für $\sigma = 1,486$
steigen in der Zeit T auf: . . .	39,10 % . . .	39,10 %,
» » » » $2T$ » . . .	70,16 » . . .	70,10 »
» » » » $3T$ » . . .	77,97 » . . .	77,67 »
» » » » $4T$ » . . .	81,33 » . . .	80,87 »
» » » » $5T$ » . . .	83,19 » . . .	82,60 »
» » » » $6T$ » . . .	84,37 » . . .	83,69 »
.	.	.
.	.	.
.	.	.
» » » » nT » . . .	85,00 » . . .	85,00 »

Aus diesem Schema sehen wir zunächst, dass das specifische Gewicht der Materie, aus welcher die Hüllen der Fettkügelchen bestehen, so lange es zwischen den angenommenen Grenzen schwankt, nur einen sehr geringen Einfluss auf den Gang der Aufrahmung ausübt. Wenn auch das Schema unter der in der Praxis nicht zutreffenden Voraussetzung gewonnen ist, dass die Fettkügelchen ohne jegliche gegenseitige Störung allein in Folge der auf sie wirkenden Triebkraft ruhig ihre Bewegungen vollführen, wenn auch mannigfache Störungen eintreten, so werden dieselben doch nicht im Stande sein, die Resultate unserer Berechnung als nicht zutreffend erscheinen zu lassen. Wirken ja doch die Störungen, von denen wir sprechen, zum Theil in entgegengesetztem Sinne und gleichen sich aus, indem einerseits grössere Fettkügelchen in der blauen Milch zurückbleiben, während andererseits Kügelchen von den kleinsten Halbmessern mit in die Rahmschicht gehoben werden.

Es ist uns nicht unbekannt, dass Einzelne, z. B. Martiny[1], der, nebenbei bemerkt, eine Hülle um die Fettkügelchen nicht annimmt, behaupten, die Milchkügelchen hätten bei gleichem Diameter ein verschiedenes specifisches Gewicht. Ob dies wirklich der Fall ist, oder nicht, und ob dann die Schwankungen des specifischen Gewichtes des Fettes so bedeutend sind, dass sie die Resultate unserer Berechnung wesentlich zu stören vermögen, sind wir nicht im Stande zu entscheiden. Obgleich wir, gestützt auf physikalische Gründe, die Hüllen aller Fettkügelchen als gleich dick annahmen, geben wir doch gerne zu, ausser Stande zu sein, zu beweisen, dass nicht ausnahmsweise aus uns unbekannten Gründen die Hüllen einzelner Kügelchen besonders dick oder besonders dünn sein, und dass dadurch die von uns berechneten Vorgänge Ausnahmen erleiden können. Ist auch bezüglich der Constitution der Milch noch Manches in ein Dunkel gehüllt, und konnten wir manchen Umständen nicht Rechnung tragen, so scheint uns doch die gute Uebereinstimmung unserer Resultate mit den thatsächlichen Verhältnissen dafür zu sprechen, dass unsere Darstellung der bei der Aufrahmung stattfindenden Vorgänge im Ganzen und Grossen nicht weit von der Wahrheit abweichen möchte.

Gesetzt, es würde die aufsteigende Fettmenge von 85 Proc. in einem Gefäss, in welchem die Milch 13 Centimeter hoch steht, bei 14 ° C. einen Raum von genau 10 Volumen-Procenten einnehmen, so ginge nach obigem Schema das Wachsen dieser Rahmschicht wie folgt vor sich:

Es würden sich ansetzen

in der Zeit T:	4,60	Volumen-Procente,
» » » $2T$:	8,25	»	»
» » » $3T$:	9,16	»	»
» » » $4T$:	9,60	»	»
» » » $5T$:	9,81	»	»
» » » $6T$:	9,90	»	»
.	.		
.	.		
.	.		
» » » nT:	10,00	»	»

[1]) Die Milch, ihr Wesen und ihre Verwerthung von Benno Martiny. Danzig bei Kafemann, I. Lieferung, p. 83.

Hieraus ist ersichtlich, dass die Rahmschicht, nachdem einmal die Zeit 2 T verstrichen ist, verhältnissmässig nur noch sehr wenig an Ausdehnung zunimmt.

Je höher die Temperatur ist, bei welcher die Aufrahmung stattfindet, je geringer also die Mächtigkeit der Rahmschicht ist, um so mehr wird der soeben ausgesprochene Satz zutreffen. In der Zeit 2 T, während welcher die im Rahm sich ansammelnde Fettmenge auf 70 Proc. heranwächst, steigen die grössten Fettkügelchen auf. Sie bewegen sich verhältnissmässig am leichtesten, und werden zum grössten Theil auch dann gewonnen werden können, wenn man dem Aufrahmungsprocess keine Sorgfalt zuwendet, und wenn erhebliche Störungen stattfinden. Für Denjenigen, welcher eine möglichst grosse Rahmausbeute gewinnen will, wird es also nur darauf ankommen, den Aufrahmungsprocess derart zu leiten, dass in möglichst kurzer Zeit auch möglichst viele der kleineren und kleinsten Fettkügelchen in die Rahmschicht gelangen. Einige Anhaltspunkte für die Erreichung dieses Zieles möchten die von uns angestellten Aufrahmungsversuche liefern, deren genaue Beschreibung wir im Anhange folgen lassen und deren Resultate wir jetzt einer kurzen Betrachtung unterwerfen wollen.

Zunächst zeigt unsere ganze Versuchsreihe, in welch' hohem Grade die Mächtigkeit der Rahmschichte von der Temperatur abhängig ist[1]), bei welcher die Aufrahmung stattfand. Eine und dieselbe Milchprobe wirft in ganz gleichartigen Gefässen und in gleicher Höhe aufgeschüttet, bei tiefen Temperaturen in gleichen Zeiten weit höhere Rahmschichten auf, als bei hohen Temperaturen. Die bei tiefen Temperaturen gewonnenen Rahmschichten ziehen sich, nachträglich höheren Temperaturen ausgesetzt, zusammen, jedoch ist diese Zusammenziehung nicht so bedeutend, dass die kleinen Dimensionen erreicht würden, welche die Rahmschichten dann angenommen hätten, wenn ihre Bildung von Anfang an bei diesen höheren Temperaturen vor sich gegangen wäre[2]).

---

1) S. besonders die Versuche vom 27., 28., 29., 30. und 31. Januar 1871.

2) S. die Versuche vom 1. und 12. Februar 1871.

Wir vermutheten anfangs, dass die geringere Mächtigkeit und grössere Consistenz der bei hohen Temperaturen gebildeten Rahmschichten vielleicht theilweise bedingt sei durch die in der Wärme lebhafter erfolgende Abdunstung aus der Milch. Versuche überzeugten uns jedoch, dass die Bildung und Höhe der Rahmschichte von der wechselnden Intensität der Wasserabdunstung ganz und gar unabhängig und nur abhängig von der während der Aufrahmung herrschenden Temperatur ist[1]. Es sind also die Gründe dafür, dass die bei tiefen Temperaturen gebildete Rahmschichte eine lockere Beschaffenheit besitzt, dass sich in ihr ringsum und zwischen den Fettkügelchen viel Serum abgelagert hat, wo anders zu suchen.

In hohem Grade auffallend war uns die Erscheinung, dass die blaue Milch unter dem bei tiefer Temperatur — 0 bis 6° C. — gewonnenen Rahm ein ganz anderes Aussehen zeigt, als die blaue Milch, welche sich unter dem bei hohen Temperaturen — 10 bis 30° C. — abgeschiedenen Rahm befindet. Bei tiefen Temperaturen scheidet sich die blaue Milch mit auffallender Schärfe vom Rahm, zeigt ein sehr wässeriges Aussehen und scheint durchsichtiger zu sein. Wir untersuchten wiederholt mit Hilfe der Vogel'schen Milchprüfungs-Instrumente und unter den nöthigen Vorsichtsmassregeln blaue Milch zuerst bei 3° und dann bei 30° auf ihre Durchsichtigkeit, konnten aber wesentliche Unterschiede nicht finden. Es scheint sich also hauptsächlich die Art, wie das Serum das Licht reflectirt, weniger dessen Durchsichtigkeit mit der Temperatur zu ändern. Keinesfalls ist aber die physikalische Beschaffenheit des Serums unabhängig von der Temperatur.

Beim Ausfliessenlassen der bei tiefer Temperatur gewonnenen blauen Milch aus Pipetten fiel es uns gelegentlich wiederholt auf, dass sie eine gewisse schleimige Beschaffenheit zeigte, in Folge deren sie stark am Glas adhärirte. War dagegen die blaue Milch warm, so lief sie rascher vom Glas ab und trübte dasselbe durch Adhäsion in weit geringerem Grade, wie sich aufs Deutlichste beobachten liess. Schüttelt man sehr kalte

---

[1] S. die Versuche vom 7. und 8. Februar 1871.

blaue Milch in einem kleinen Kölbchen, so hält sich der entstandene Schaum sehr lange; erwärmt man dagegen dieselbe blaue Milch und schüttelt wieder, so verschwindet der entstandene Schaum fast augenblicklich vollständig wieder. Bläst man durch ein feines Glasröhrchen Luft in sehr kalte blaue Milch, so entsteht, wie in dünnem Seifenwasser, eine grosse Menge von hoch übereinander liegenden Blasen, die sich um so länger halten, je kleiner sie sind. Führt man dasselbe Experiment mit der gleichen blauen Milch aus, nachdem man dieselbe erwärmt hat, so verschwinden die entstandenen Blasen ungemein rasch wieder.

Aus allen diesen Erscheinungen schliessen wir, dass die blaue Mich, respective das Serum, bei den zwischen 0 und 6° C. liegenden Temperaturen wesentlich andere physikalische Eigenschaften zeigt, als bei Temperaturen, die zwischen 10 und 30° C. liegen. Die Consistenz des Serums ist in der Kälte eine schleimige, es adhärirt stark an den Fettkügelchen und setzt dem Bestreben der letzteren, seine Moleküle von einander zu trennen und bei Seite zu schieben, einen grösseren Widerstand entgegen. Es wird sich daher, wenn die Aufrahmung bei tiefen Temperaturen stattfindet, weit mehr Serum, unter Umständen vielleicht um das Doppelte mehr, um die Fettkügelchen und zwischen dieselben ablagern, so dass die Rahmschicht eine sehr hohe wird, und eine lockere Beschaffenheit erhält. In hohen Temperaturen, durch welche bekanntlich die Wirkung der Molekularkräfte erheblich alterirt wird, nimmt die Adhäsion an die Fettkügelchen ab, die Cohäsion zwischen den Molekülen des Serums vermindert sich, das Serum wird mehr dünnflüssig und gestattet den Fettkügelchen eine leichtere, freiere Bewegung. In Folge davon werden die Fettkügelchen während der Aufrahmung näher an einander rücken können, und wird die Mächtigkeit der Rahmschichte eine geringere werden.

Es ist klar, dass der Gang der Aufrahmung durch die verschiedene Beschaffenheit, welche das Serum je nach der herrschenden Temperatur besitzt, wesentlich beeinflusst werden muss. In der Wärme, wenn das Serum dünnflüssig ist, werden die aufsteigenden Fettkügelchen dessen Moleküle leicht verschieben,

und die verschiedenen ihren Halbmessern zukommenden Geschwindigkeiten in ausgesprochener Weise zur Geltung bringen können. Die Aufrahmung wird daher einen Verlauf nehmen, der sich von dem durch unser berechnetes Schema dargestellten Gang nicht wesentlich unterscheidet: Die grössten Fettkügelchen werden in grösserer Anzahl zuerst die Oberfläche erreichen, man wird alsbald eine dünne Rahmschicht zu unterscheiden im Stande sein, dieselbe wird anfangs annähernd in gleichem Verhältniss mit der Zeit wachsen, bis die Zeit $2\,T$ verflossen ist, und wird von da ab nur noch eine sehr geringe Zunahme zeigen[1].

Bei tiefer Temperatur, bei 0 bis 6° C., muss der Aufrahmungsprocess in anderer Weise vor sich gehen. Wenn gleich, wie wir gesehen haben, die Triebkraft der Fettkügelchen in der Kälte grösser ist, so wird die grössere Zähigkeit des Serums doch vielfach nicht gestatten, dass die den verschiedenen Radien der Kügelchen entsprechenden Geschwindigkeiten für sich zur Geltung kommen. Indem das an den einzelnen Kügelchen fest und in verhältnissmässig dicken Schichten adhärirende weniger dünnflüssige Serum der freien Bewegung Eintrag thut, wird, sobald der Aufrahmungsprocess beginnt, in dem ganzen Aufrahmungsgefäss eine mit der Zeit und gegen oben zu immer stärker werdende Stauung auftreten, die grösseren Fettkügelchen werden von den kleineren aufgehalten, die kleineren von den grösseren geschoben werden, und der ganze Schwarm der aufsteigenden Fettkügelchen wird im Ganzen und Grossen eine gemeinsame, für kleinere und grössere Kügelchen gleiche Bewegung annehmen. Es wird also in diesem Falle bei der Aufrahmung in der Regel nicht geschehen, dass man zuerst eine ganz dünne Rahmschicht wahrnimmt, die sich allmälig vergrössert, sondern es wird vielmehr meistens länger dauern, bis sich eine deutlich abgegrenzte Rahmschicht bemerklich macht. Ist dies jedoch einmal eingetreten, so wird die Rahmschicht gleich von Anfang an in bedeutender Höhe auftreten, und statt mit der Zeit zu wachsen, sich mehr und mehr zusammenziehen.

---

[1] S. die Versuche vom 3., 4., 9. und 10. Februar 1871.

In der That findet man, wenn man Aufrahmungsversuche bei Temperaturen zwischen 0 und 6° C. macht, dass sich in kurzer Zeit — in Aufrahmungsgefässen von 100 bis 500 Mm. Höhe in 3 bis 4 Stunden, und in Aufrahmungsgefässen von 1,5 Meter Höhe in 6 bis 8 Stunden — eine hohe äusserst scharf begrenzte Rahmschicht bildet, welche, statt mit der Zeit zu wachsen, sich vielmehr immer mehr zusammenzieht[1]. Erhebt sich die während der Aufrahmung herrschende Temperatur über 6°, ohne 10° C. zu erreichen, so ist der Vorgang schon ein etwas anderer. man bemerkt nämlich während der ersten Stunden ein sehr rasches Wachsen bis zu einem bestimmten Maximum und von da ab ein continuirliches Zusammenziehen der Rahmschicht[2]. Bei Temperaturen, die über 10° C. liegen, geht die Bildung der Rahmschicht stets in einer unserem berechneten Schema entsprechenden Weise vor sich, d. h. man nimmt nur ein Wachsen der Rahmschicht wahr, welches anfangs rasch und später sehr langsam vor sich geht.

Wenn, was sehr wahrscheinlich ist, der Aufrahmungsprocess bei tiefen Temperaturen in der soeben beschriebenen Art verläuft, so werden dabei unstreitig sehr viele der kleineren und kleinsten Fettkügelchen in kurzer Zeit mit in die Rahmschicht gedrängt, und es wird die Gesammtausbeute an Fett nicht nur eine hohe sein, sondern auch verhältnissmässig rasch erfolgen. Soweit wir bis jetzt die auf den Verlauf des Aufrahmungsprocesses einwirkenden Einflüsse überblicken, möchte es uns am vortheilhaftesten erscheinen, denselben in Metallgefässen vor sich gehen zu lassen, welche in durch Eis gekühltem Wasser stehen.

Ganz verkehrt ist es unstreitig, die noch thierwarme Milch in hölzerne Gefässe einzugiessen und sofort zum Aufrahmen aufzustellen. Das Holz als sehr schlechter Wärmeleiter verzögert die Abkühlung der Milch auf die Temperatur der Umgebung ungemein, und hieraus entspringen zwei grosse Uebelstände. Der eine besteht darin, dass die langsam sich

---

[1] S. die Versuche vom 1., 2., 11. und 12. Februar 1871.

[2] S. die Versuche vom 7., 8. und 9. Februar 1871.

abkühlende, also lange einer hohen Temperatur ausgesetzte Milch sehr leicht gewisse noch unaufgeklärte Dispositionen annimmt, welche sie für die Bereitung feiner und werthvoller Käsesorten unbrauchbar macht. Der andere Nachtheil ist der, dass in der aufrahmenden Milch aus physikalischen Gründen so lange unausgesetzt Strömungen stattfinden müssen, bis sich die Temperatur der Milch mit der des Aufrahmungslocales vollständig ausgeglichen hat. Diese Strömungen müssen aber die unter der Wirkung einer so kleinen Triebkraft und bei so grossem Widerstand stattfindende selbstständige Bewegung der Fettkügelchen ganz und gar aufheben und letztere zum grössten Theil mit sich fortreissen. Da die ungestörte Aufrahmung erst dann beginnen kann, wenn in Folge des stattgefundenen Temperaturausgleiches die Strömungen im Serum aufgehört haben, so geht der grösste Theil der Zeit, welcher zur Abkühlung der Milch auf die Temperatur der Umgebung erforderlich ist, für die Aufrahmung total verloren. Da, wo man sich von hölzernen Gefässen durchaus nicht trennen zu können glaubt, sollte man die thierwarme Milch wenigstens sofort nach dem Melken möglichst rasch und möglichst stark abkühlen und sie erst dann zum Aufrahmen aufstellen. Weit besser ist es, die Aufrahmung in metallenen Gefässen, welche in laufendem kaltem Wasser stehen, vor sich gehen zu lassen. Das laufende Wasser besitzt — wenigstens innerhalb kürzerer Zeiträume — eine constante Temperatur, welche sich durch die Metallwände der Gefässe der Milch rasch mittheilt, jede Strömung des Serums unmöglich macht und daher in verhältnissmässig kurzer Zeit eine grosse Ausbeute an Rahm ermöglicht. Nach jeder Seite hin am vortheilhaftesten möchte es, wie wir schon erwähnten, sein, die Aufrahmung bei möglichst tiefer Temperatur, also in metallenen Gefässen, welche in durch Eis gekühltem Wasser stehen, vor sich gehen zu lassen.

Leitet man den Aufrahmungsprocess mit Sorgfalt, kühlt man die Milch rasch auf die Temperatur des Aufrahmungslocales ab und sorgt man dafür, dass die Temperatur während der Aufrahmung nicht nur möglichst tief, sondern auch möglichst constant ist, so wird es möglich sein, in hohen Aufrahmungsgefässen

in derselben Zeit mehr Rahm zu gewinnen, als man ohne alle Sorgfalt mit Hülfe ganz niederer Gefässe zu erhalten im Stande ist. Die rasche Abkühlung der Milch nach dem Melken und die Aufrahmung bei gleichbleibenden, möglichst tiefen Temperaturen scheint uns nicht genug empfohlen werden zu können. Es hält sich bei diesem Verfahren die Milch besser, man gewinnt den Rahm in kürzerer Zeit und kann sich deshalb höherer Aufrahmungsgefässe bedienen, so dass man zu einem bestimmten Milchquantum weniger Geschirr nöthig hat, dessen Handhabung und Reinigung auch nur wenig Zeit und Mühe kostet.

Bei höheren Temperaturen ist zwar das Serum dünnflüssiger und die Bewegung der Fettkügelchen scheinbar eine freiere, allein es ist der Auftrieb derselben, wie wir sahen, auch ein geringerer. Zudem bewirkt die Dünnflüssigkeit des Serums, dass in demselben sehr leicht und schon bei geringen Temperaturschwankungen Strömungen eintreten, welche einen ungestörten Verlauf des Aufrahmungsprocesses zur Unmöglichkeit machen.

Wir verweilen noch einen Augenblick bei der Aufrahmung, wie sie bei höheren Temperaturen vor sich geht, und überblicken die Tabelle, welche wir S. 228 aufstellten, und welche uns zeigt, in welcher Weise das Volumen einer bei 14° C. sich bildenden Rahmschicht allmälig zunimmt. Nach dieser Tabelle darf man die Zeit $2T$ dann als verflossen ansehen, wenn von der vollen Höhe der entstehenden Rahmschicht nur noch 1 bis 2 Volumen-Procente fehlen und das Wachsthum derselben nur noch sehr langsam erfolgt. Das eben Ausgesprochene gilt ohne Rücksicht auf die Höhe des Aufrahmungsgefässes, indem für dieselbe Mich und für dieselbe über 10° C. liegende Temperatur die in Volumen-Procenten ausgedrückten Rahmschichten verschieden hoher Gefässe gegen einander nur unerhebliche Differenzen zeigen. Ueberblicken wir nun diejenigen unserer Aufrahmungsversuche, welche bei Temperaturen über 10° C. ausgeführt wurden, so finden wir im Durchschnitt aus 20 Versuchen, dass bei einer Höhe der Milchschicht von 286 Mm. die Zeit $2T$ den Werth hat = 3,05 Stunden. Hieraus ergiebt sich für die Höhe von 100 Mm.:

$$T = 1{,}066 \text{ Stunden},$$

d. h. entsprechend der Bedeutung von T: Die grössten Fettkügelchen brauchen, um eine Strecke von 100 Mm. zu durchlaufen, 1,066 Stunden.

Gemäss unserem für den Gang der Aufrahmung berechneten Schema sind in jedem Aufrahmungsgefäss nach der Zeit $4\,T$ etwas über 80 Proc. der gesammten in der Milch vorhandenen Fettmenge aufgestiegen. Begnügt man sich mit dieser Ausbeute, so kann man, vorausgesetzt, dass der Aufrahmungsprocess von Anfang an ohne Störung verläuft, auf Grund des soeben für T gefundenen Werthes den Aufrahmungsprocess als vollendet ansehen:

bei	einer	Höhe	der	Milchschicht	von	500	M.	in	21,32	Stunden.
»	»	»	»	»	»	400	»	»	17,06	»
»	»	»	»	»	»	300	»	»	12,79	»
»	»	»	»	»	»	200	»	»	8,53	»
»	»	»	»	»	»	100	»	»	4,26	»

Für die einzelnen Fälle länger zuzuwarten, wäre Zeitverlust.

Dass die Aufrahmung bei Temperaturen, die zwischen 0^0 und 6^0 C. liegen, rascher vor sich geht, oder was dasselbe sagen will, dass man in noch kürzerer Zeit die gleiche Rahmausbeute erhält, scheint uns zwar sehr wahrscheinlich, ist aber noch nicht bewiesen. Auf die wenigen Versuche, welche wir in Verbindung mit Fettbestimmungen ausführten, wagen wir noch keinen Beweis zu stützen. Nach unserem Dafürhalten müssten derartige Versuche, wenn sie entscheidend sein sollen, in grösserem Maassstabe ausgeführt und längere Zeit hindurch durch genaue chemische Analysen controlirt werden.

Wenn die grössten Fettkügelchen mit einem Radius $= 0{,}005$ Mm. wirklich 100 Mm. in 1,066 Stunden zurücklegen, so hat ihre Geschwindigkeit v den Werth:

$$v = 0{,}0261 \text{ Mm.}$$

Mit Hilfe dieses Werthes von v findet man für die in der Grösse b steckende Constante γ in obiger Gleichung 2:

$$\gamma = 5778,$$

und für die Grösse b in derselben Gleichung:

$$b = 1155671.$$

Dieser letztere Werth rechtfertigt unser Vorgehen, nach welchem wir bei einer früheren Betrachtung die Grösse log nat 2 = 0,693 gegenüber der Grösse b unberücksichtigt liessen, zur Genüge.

Anhang.

I. Versuche über die Bildung der Rahmschicht unter verschiedenen Verhältnissen.

Wir führen unsere Versuche auf, geordnet nach den Tagen, an welchen sie eingeleitet wurden.

Die Versuche eines und desselben Tages sind stets mit einer und derselben Milchsorte ausgeführt, welche wir, ehe sie in die Gefässe eingefüllt wurde, gründlich umrührten, um ein in allen seinen Theilen gleichartiges Untersuchungsmaterial zu erhalten. Die Milch war früh 6 Uhr gemolken und kam, nachdem sie einem dreiviertelstündigen Transport auf einem Handwagen ausgesetzt war, gegen 9 Uhr in unsere Hände. In sämmtlichen Versuchen ist die Höhe der Rahmschicht in Volumen-Procenten angegeben, welche an den Scalen, die an allen Aufrahmungsgefässen angebracht waren, möglichst genau abgelesen wurden. Die Versuche wurden in drei verschiedenen Zimmern ausgeführt; in zweien derselben betrugen die Temperaturschwankungen innerhalb 48 Stunden nicht einen Grad, während sie in dem dritten, geheizten Zimmer an dem in der Nähe des Porzellanofens befindlichen Ort, an welchem die Gefässe aufgestellt waren, im Laufe von 24 Stunden etwa 5° C. ausmachten. Meistens wurde die 14—16° C. warme Milch ohne Weiteres in die Gefässe eingefüllt und zum Aufrahmen aufgestellt; nur in einzelnen Fällen, für welche dies ausdrücklich bemerkt ist, wurde die Milch vor dem Aufstellen abgekühlt oder erwärmt. Die um Ende Januar und Anfang Februar d. J. herrschende Kälte kam uns für die

Versuche sehr zu statten. Der Einfachheit wegen bezeichnen wir die Aufrahmungsgefässe mit Buchstaben und schreiben unmittelbar hinter den betreffenden Buchstaben eingeklammert die Temperatur, bei welcher die Aufrahmung stattfand, sowie sonstige Bemerkungen. Sämmtliche Aufrahmungsgefässe waren ganz aus Glas. Zur Verwendung kamen:

2 Cremometer C und C_1, 130 Mm. hoch und 40 Mm. weit.
1 » H, 420 Mm. hoch und 13 Mm. weit.
2 Röhrensysteme S und S_1, beide zu 5 gleich weiten Röhren. Die einzelnen Röhren waren 100, 200, 300, 400 und 500 Mm. hoch und 12 Mm. weit.
1 lange Glasröhre R, 1500 Mm. hoch und 13 Mm. weit.

	Stunden.	C (19—22°).	C_1 (10°).
27. Januar 1871.	12	6 %	10 %.
	24	6 »	10 »
28. Januar.	12	5 »	9 »
	24	6 »	10 »

Die bei 19—22° aufgestellte Milch war nach 24 Stunden geronnen.

	Stunden.	C (19—26°).	C_1 (3°).
29. Januar.	12	5 %	15 %.
	24	5 »	14 »

	Stunden.	C (11°).	C_1 (2°).
30. Januar.	12	8 %	14 %.
	24	8½ »	13 »
31. Januar.	24	10 »	14 »

1. Februar 1871. Das Gefäss C_1, welches gestern bei 2° aufgestellt war, wurde sammt Inhalt der Temperatur von 20—26° ausgesetzt. Nach 12 Stunden betrug die ursprüngliche Rahmschicht von 14 % nur noch 12 % und nach 24 Stunden nur noch 11 %.

Stunden.	C (3°).	H (3°).
4	16 %	22½ %.
12	16 »	18½ ».
24	15 »	17 »

In dem höheren Gefäss H warf die gleiche Milch bei derselben Temperatur eine höhere Rahmschicht auf.

2. Februar.

Stunden.	C (2°).	H (2°).	C_1 (10°).
1	—	—	3 %.
2	—	—	6 »
3	16½ %	21½ %	6 »
4	16½ »	20 »	7 »
5	16½ »	19 »	7 »
6	16½ »	18½ »	7 »
7	16½ »	18 »	7 »
8	16½ »	17¾ »	7½ »
9	16¼ »	17½ »	7½ »
10	16¼ »	17¼ »	7½ »
11	16 »	17 »	7½ »
12	16 »	16¾ »	8 »
23	14½ »	15½ »	8½ »

3. Februar. Die Milch in dem Gefäss C war auf 32° erwärmt, und die Milch in den Gefässen C_1 und H auf 4° vor dem Einfüllen abgekühlt worden.

Stunden.	C (10°).	C_1 (20—26°).	H (20—26°).
1	3 %	3 %	3 %.
2	4 »	5 »	5 »
3	5 »	6 »	5½ »
4	6 »	6 »	5½ »
6	7 »	6 »	5¾ »
7	8 »	6 »	5¾ »
8	8½ »	6 »	5¾ »
9	8¾ »	6 »	5¾ »
11	9 »	6 »	5¾ »
15	9½ »	6 »	6 »
23	10 »	6 »	6 »

In der Milch, deren Temperatur anfangs weit über der des Aufrahmungslocales lag (im Gefäss C), ging die Bildung der Rahmschicht entschieden auffallend langsam vor sich.

4. Februar. In den Röhrensystemen bezeichnen wir die einzelnen Röhren von der kleinsten bis zur grössten mit: *a, b, c, d, e.* Die Milch in dem Gefäss C wurde vor dem Einfüllen auf 6° gekühlt, und die Milch im Gefäss C_1 auf 26°, d. h. annähernd auf die Temperatur des Aufrahmungslocales, erwärmt.

Stunden.	S (10°). a.	b.	c.	d.	e.	H (10°).	C (20—26°).	C_1 (20—26°).
2	8%	7½%	—	—	—	—	6½%	5 %.
3	9 »	9½ »	10½%	—	—	—	6½ »	6 »
4	10 »	10½ »	12 »	11½%	11½%	12 %	6½ »	6½ »
5	10 »	11½ »	12½ »	12 »	12¼ »	12½ »	7 »	7 »
6	10 »	11½ »	12½ »	12 »	12¼ »	12¾ »	7 »	7 »
8	10 »	11½ »	12¾ »	12 »	12½ »	13 »	7 »	7 »
9	10 »	11½ »	13 »	12¼ »	12½ »	13 »	7 »	7 »
12	10 »	11¾ »	13 »	12¼ »	12¾ »	13¼ »	7 »	7 »
21	10 »	12 »	13 »	12½ »	13¼ »	13¼ »	7½ »	7½ »
50	10 »	11 »	12½ »	12 »	12¼ »	13 »	7½ »	7½ »

7. *Februar*. Das Gefäss *C* wurde unter einer innen mit Wasser befeuchteten und durch Wasser abgesperrten Glasglocke aufgestellt, um die Wasserabdunstung aus der Milch zu unterdrücken.

Stunden.	S (7°). a.	b.	c.	d.	e.
1	12½%	—	—	—	—
2	12½ »	12 %	12½%	—	—
3	12½ »	13 »	14 »	13½%	14 %.
4	12½ »	13 »	14¼ »	14 »	14¼ »
6	12½ »	13½ »	14¼ »	13¾ »	14¼ »
9	12 »	13¼ »	14¼ »	13½ »	14 »
21	11 »	12½ »	13½ »	13 »	13¼ »

Stunden.	H (11°).	C (20—26°).	C_1 (20—26°).
1	2 %	5%	5%.
2	5 »	6 »	6 »
3	6 »	6 »	6 »
4	7 »	6 »	6 »
6	7½ »	6 »	6 »
9	8 »	6 »	6 »
21	8¾ »	7 »	7 »

8. *Februar*. Das Gefäss *C* wurde in derselben Weise, wie gestern, aufgestellt.

Stunden.	S (7°). a.	b.	c.	d.	e.
1	8 %	—	—	—	—
2	12 »	13 %	13½%	—	—
3	13 »	14 »	15 »	15¼%	16 %.
4	13 »	14 »	15 »	15¼ »	16 »
5	13 »	14 »	15 »	15 »	15½ »
6	13 »	14 »	15 »	14¾ »	15¼ »
7	13 »	14 »	14¾ »	14½ »	15 »
8	13 »	13¾ »	14½ »	14½ »	15 »
9	12½ »	13½ »	14½ »	14¼ »	14¾ »
10	12 »	13½ »	14¼ »	14 »	14½ »
11	12 »	13¼ »	14¼ »	14 »	14¼ »
12	12 »	13 »	14 »	13¾ »	14¼ »
25	11 »	12 »	13 »	12¾ »	13 »

Stunden.	H (10°).	C (20—26°).	C_1 (20—26°).
1	4 %	4 %	4 %.
2	8 »	5 »	5 »
3	10½ »	6 »	6 »
4	11½ »	6 »	6 »
5	12 »	7 »	7 »
6	12 »	7 »	7 »
7	12¼ »	7½ »	7½ »
8	12¼ »	7½ »	7½ »
9	12¼ »	7½ »	7½ »
10	12 »	7½ »	7½ »
11	12 »	8 »	8 »
12	12 »	8 »	8 »
25	11½ »	9 »	9 »

Weder in dem gestrigen noch in dem heute angestellten Versuch liess sich irgend ein Einfluss der unterdrückten Wasserverdunstung auf die Bildung der Rahmschicht in der Milch des Gefässes C wahrnehmen.

9. Februar. Die Milch in dem Gefäss C war eine Stunde lang bei 20°, eine Stunde lang bei 10°, eine Stunde lang bei 18° und die übrige Zeit bei 7° aufgestellt.

Stunden.	S (20—22°).				
	a.	*b.*	*c.*	*d.*	*e.*
1	3 %	3½ %	3¾ %	4 %	3¾ %.
2	4 »	4 »	4¼ »	4¼ »	4¼ »
3	4 »	4 »	4½ »	4½ »	4½ »
4	4 »	4 »	4¾ »	4½ »	4½ »
5	4 »	4½ »	4¾ »	4¾ »	4¾ »
6	4 »	4½ »	5 »	4¾ »	4¾ »
7	4 »	4½ »	5 »	5 »	4¾ »
8	4½ »	5 »	5 »	5 »	4¾ »
9	5 »	5 »	5 »	5 »	4¾ »
10	5 »	5 »	5 »	5 »	5 »
11	5 »	5 »	5 »	5¼ »	5 »
12	5 »	5¼ »	5¼ »	5½ »	5 »
21	6 »	6 »	6 »	5½ »	5½ »

Stunden.	H (20—22°).	C (wechselnde Temp.).	C_1 (7°).
1	4½ %	4 %	—
2	5 »	5 »	8 %.
3	5 »	5 »	14 »
4	5¼ »	6 »	14 »
5	5¼ »	6 »	14 »
6	5¼ »	6½ »	14 »
7	5¼ »	7 »	14 »
8	5½ »	10 »	14 »
9	5½ »	11 »	14½ »
10	5½ »	12 »	14½ »
11	5¾ »	13 »	14½ »
12	5¾ »	13 »	14½ »
21	6¼ »	14 »	14 »

Stunden.	R (7°).	
1	—	
2	—	
3	—	
4	—	
5	—	
6	18,5 %	Abgrenzung noch nicht scharf.
7	18,5 »	» scharf.
8	18,5 »	
9	18,4 »	
10 . . .	18,2 »	
11	18,0 »	
12	17,3 »	
21	16,0 »	

10. Februar.

Stunden.	S (20—25°).					C (20—25°).
	a.	*b.*	*c.*	*d.*	*e.*	
1	$4^1/_2$ %	$3^1/_2$ %	3 %	3 %	3 %	3 %.
2	6 »	5 »	5 »	$4^1/_2$ »	5 »	5 »
3	6 »	5 »	5 »	5 »	$5^1/_4$ »	5 »
4	6 »	5 »	5 »	5 »	$5^1/_4$ »	5 »
5	$6^1/_2$ »	$5^1/_2$ »	5 »	5 »	$5^1/_4$ »	5 »
6	$6^1/_2$ »	$5^1/_2$ »	$5^1/_4$ »	5 »	$5^1/_4$ »	5 »
7	$6^1/_2$ »	$5^1/_2$ »	$5^1/_2$ »	5 »	$5^1/_4$ »	$5^1/_2$ »
8	$6^1/_2$ »	$5^1/_2$ »	$5^1/_4$ »	5 »	$5^1/_4$ »	$5^1/_2$ »
9	$6^1/_2$ »	$5^1/_2$ »	$5^1/_2$ »	5 »	$5^1/_4$ »	$5^1/_2$ »
10	$6^1/_2$ »	$5^3/_4$ »	$5^1/_2$ »	5 »	$5^1/_4$ »	$5^1/_2$ »
11	$6^1/_2$ »	$5^3/_4$ »	$5^1/_2$ »	$5^1/_2$ »	$5^1/_4$ »	$5^1/_2$ »
12	$6^1/_2$ »	$5^3/_4$ »	$5^1/_2$ »	$5^1/_2$ »	$5^1/_4$ »	$5^1/_2$ »
13	$6^1/_2$ »	$5^3/_4$ »	$5^1/_2$ »	$5^1/_2$ »	$5^1/_2$ »	$5^1/_2$ »
14	$6^1/_2$ »	$5^3/_4$ »	$5^1/_2$ »	$5^1/_2$ »	$5^1/_2$ »	$5^1/_2$ »
24	7 »	geronnen	—	—	—	6 »

Stunden.	S_1 (10°).					H (10°).	C (10°).	R (10°).
	a_1.	b_1.	c_1.	d_1.	e_1.			
1	—	—	—	—	—	2 %	2 %	—
2	7 %	7 %	$6^1/_2$ %	$6^1/_2$ %	$5^1/_2$ %	5 »	5 »	—
3	7 »	$7^1/_2$ »	7 »	$7^1/_2$ »	$7^1/_2$ »	7 »	6 »	—
4	$7^1/_2$ »	$7^1/_2$ »	$7^1/_2$ »	$7^3/_4$ »	8 »	7 »	6 »	—
5	8 »	$8^1/_2$ »	8 »	$8^1/_4$ »	$8^1/_4$ »	$7^1/_2$ »	6 »	8,5 %.
6	8 »	9 »	$8^1/_2$ »	$8^1/_2$ »	$8^1/_4$ »	$7^1/_2$ »	$6^1/_2$ »	9,2 »
7	0 »	9 »	$8^1/_2$ »	$8^1/_2$ »	$8^1/_2$ »	8 »	7 »	9,6 »
8	9 »	9 »	$8^1/_2$ »	$8^1/_2$ »	$8^1/_2$ »	8 »	7 »	9,8 »
9	9 »	$9^1/_4$ »	9 »	9 »	$8^1/_2$ »	8 »	7 »	10,1 »
10	9 »	$9^1/_2$ »	9 »	$9^1/_4$ »	9 »	8 »	8 »	10,4 »
11	$9^1/_2$ »	$9^1/_2$ »	9 »	$9^1/_2$ »	$9^1/_4$ »	8 »	9 »	10,8 »
12	10 »	10 »	$9^1/_2$ »	10 »	$9^1/_2$ »	8 »	$9^1/_2$ »	11,2 »
13	$10^1/_2$ »	$10^1/_2$ »	10 »	$10^1/_2$ »	10 »	8 »	10 »	11,5 »
14	11 »	11 »	$11^1/_4$ »	11 »	$10^1/_2$ »	$8^1/_4$ »	11 »	12,0 »
24	11 »	11 »	$11^1/_4$ »	$11^1/_2$ »	$11^1/_2$ »	$8^1/_2$ »	11 »	12,5 »

11. Februar.

Stunden.	S (4⁰). a.	b.	c.	d.	e.	C (4⁰).	R (20-22⁰).
1	—	—	—	—	—	4½ %	2,5 %.
2	12 %	13½ %	14½ %	—	—	7 »	3,5 »
3	12½ »	14 »	15¼ »	15½ %	16 %	10 »	3,7 »
4	12½ »	13½ »	15 »	15¼ »	15¾ »	12 »	3,7 »
5	12 »	13½ »	14¾ »	15 »	15¼ »	13½ »	3,8 »
6	12 »	13 »	14½ »	14¾ »	15 »	14 »	3,8 »
7	11½ »	13 »	14¼ »	14½ »	14¾ »	14 »	3,9 »
8	11½ »	13 »	14 »	14 »	14½ »	14 »	3,9 »
9	11½ »	13 »	14 »	14 »	14¼ »	14 »	3,9 »
10	11½ »	13 »	14 »	14 »	14 »	14 »	3,9 »
11	11½ »	13 »	14 »	14 »	14 »	14 »	3,9 »
12	11½ »	13 »	13¾ »	13¾ »	13¾ »	14 »	4,0 »
24	10½ »	11¾ »	12¾ »	12¾ »	13 »	13 »	4,0 »

12. Februar. Das System *S* des gestrigen Versuches wurde unverändert einer Temperatur von 20—25⁰ ausgesetzt. Die Milch im Gefäss *C* wurde vor dem Einfüllen auf 4⁰ C. gekühlt und die Milch in C_1 auf 40⁰ erwärmt.

Stunden.	S (20—25⁰). a.	b.	c.	d.	e.
1	10 %	11½ %	12½ %	12½ %	12¼ %.
2	10 »	11½ »	12½ »	12½ »	12¼ »
3	10 »	11½ »	12½ »	12 »	12 »
4	9½ »	11 »	12½ »	12 »	12 »
5	9½ »	10½ »	12½ »	12 »	12 »
6	9½ »	11 »	12 »	12 »	12 »
7	9½ »	10½ »	12 »	12 »	12 »
8	9½ »	10½ »	11½ »	12 »	11¾ »
9	9½ »	10½ »	11½ »	12 »	11¾ »
10	9½ »	10½ »	11½ »	12 »	11¾ »
11	9½ »	10 »	11½ »	12 »	11¾ »

Stunden.	C (4⁰).	C_1 (4⁰).	R (4⁰).
1	—	—	—
2	10 %	2 %	—
3	14½ »	5 »	—
4	14½ »	11 »	—
5	15 »	13 »	—
6	15 »	13½ »	—
7	15 »	14 »	—
8	14½ »	14 »	18,5 %.
9	14 »	14 »	18,5 »
10	14 »	14 »	18,0 »
11	14 »	14 »	18,0 »

II. Bemerkungen bezüglich der Werthbestimmung der vorkommenden elliptischen Integrale.

Die Berechnung der Näherungswerthe für f_1, $f_2 \ldots\ldots f_6$ wurde wie folgt ausgeführt.

Wir fanden:

$$f_1 = \frac{\int_R^{R_1} W.\,dr}{C.\int_R^{R_1} dr} = \frac{E_1}{N}$$

$$f_2 = \frac{\int_R^{R_2} W.\,dr + C.\int_{R_2}^{R_1} dr - \int_{R_2}^{R_1} W.\,dr}{C.\int_R^{R_1} dr} = \frac{E_2 + A_2 - e_2}{N}$$

$$f_3 = \frac{E_3 + A_3 - 2.e_3}{N}$$

$$f_4 = \frac{E_4 + A_4 - 3.e_4}{N}$$

$$f_5 = \frac{E_5 + A_5 - 4.e_5}{N}$$

$$f_6 = \frac{E_6 + A_6 - 5.e_6}{N}.$$

Zunächst wurden die Werthe R_2, $R_3 \ldots\ldots R_6$ berechnet, hierauf die Werthe A_2, $A_3 \ldots\ldots A_6$ und der Werth N. Eine einfache Betrachtung zeigt, dass

$$\begin{aligned}
E_5 &= e_6 + E_6 \\
E_4 &= e_5 + e_6 + E_6 \\
E_3 &= e_4 + e_5 + e_6 + E_6 \\
E_2 &= e_3 + e_4 + e_5 + e_6 + E_6 \\
E_1 &= e_2 + e_3 + e_4 + e_5 + e_6 + E_6.
\end{aligned}$$

Hieraus ist ersichtlich, dass man die Werthe E_1, $E_2 \ldots E_5$ leicht finden kann, sobald man die Werthe e_2, $e_3 \ldots e_6$ und den Werth E_6 kennt. Diese letzten 6 Werthe wurden mit Hilfe der mechanischen Quadratur unter Anwendung der Gauss'schen Vorschriften berechnet, und zwar war es, wie wir uns überzeugten, ausreichend, die Berechnung für $n = 2$ durchzuführen.

Nachdem dies geschehen war, wurden die Werthe E_1, $E_2 \ldots E_5$ und dann nach den Formeln weiter die Werthe f_1, $f_2 \ldots f_6$ berechnet. Die kleinen Ungenauigkeiten, welche die Näherungsrechnung mit sich bringt, äussern sich in der Art, dass die für $f_1, f_2 \ldots f_6$ gefundenen Zahlenwerthe durchgängig um ein Geringes zu gross sind. Der Gang der Berechnung bringt es mit sich, dass sich der Näherungswerth von f_1 am meisten und der Näherungswerth f_6 am wenigsten von dem entsprechenden wahren Werth entfernt. Wir fanden

	für $\sigma = 1,250$:	und für $\sigma = 1,486$:
$R_2 =$	0,001981	0,00193923
$R_3 =$	0,001367	0,00133440
$R_4 =$	0,001137	0,00111077
$R_5 =$	0,001022	0,00100307
$R_6 =$	0,000958	0,00094379
$A_2 =$	0,0001874000	0,00019358000
$A_3 =$	0,0000381130	0,00003825200
$A_4 =$	0,0000142770	0,00001414300
$A_5 =$	0,0000071385	0,00000681150
$A_6 =$	0,0000039727	0,00000374920
$N =$	0,0002607100	0,00026563
$e_2 =$	0,0001053500	0,00011000000
$e_3 =$	0,0000091252	0,00000930280
$e_4 =$	0,0000020199	0,00000204220
$e_5 =$	0,0000006991	0,00000067280
$e_6 =$	0,0000002863	0,00000027229
$E_6 =$	0,0000010927	0,00000101689
$E_5 =$	0,0000013790	0,0000012891S
$E_4 =$	0,0000020781	0,00000196198
$E_3 =$	0,0000040980	0,00000400418
$E_2 =$	0,0000132230	0,00001330698
$E_1 =$	0,0001185700	0,00012330698.

Schliesslich kann ich es nicht unterlassen, meinem hochverehrten früheren Lehrer, dem kgl. Universitätsprofessor Herrn Dr. L. Seidel zu München, hiermit meinen Dank auszusprechen für die werthvollen Winke, welche er mir bezüglich der Vereinfachung einzelner in meiner Arbeit vorkommenden mathematischen Betrachtungen, sowie bezüglich der Berechnung der Näherungswerthe der elliptischen Integrale zu geben die Güte hatte.

Lindau, im März 1871.

Untersuchung der Luft in der Kaserne der zu Muri (Aargau) internirten Franzosen.

Von

Dr. Theodor Simler.

Unter den zahlreichen Räumlichkeiten des ehemaligen Klosters Muri ist der »Bibliotheksaal« eine der geräumigsten und schönsten. Er war bestimmt, ca. die Hälfte der zu Muri Internirten, d. h. 500 Mann aufzunehmen, allein nachgerade erschien die Besetzung vom sanitarischen Standpunkte zu stark.

Der Saal misst 100′ in die Länge, 50′ in die Breite und ca. 30′ im Gewölbescheitel. Sein Cubikinhalt beträgt sonach annähernd 150,000 Cubikfuss.

Eingeladen vom Sanitätsinspector ad hoc, Herrn Bezirksarzt Weibel, eine Kohlensäurebestimmung vorzunehmen, setzten wir dieselbe am 21. und 22. Februar 1871 ins Werk.

Da wir momentan für die Pettenkofer'sche Bestimmung nicht eingerichtet waren, so wählten wir die sehr genaue aspirometrische von Brunner, mit Modificationen.

Als Aspirator diente ein Pepys'sches Gasometer von genau 10500 CC. Inhalt. Dieser saugte uns die Luft des Saales 1 Fuss über dem Boden (die Mannschaft lag meistens auf dem Stroh) zunächst durch ein grösseres tarirtes *U*-Rohr mit sehr porösem Chlorcalcium; hierauf durch einen mit concentrirter Kalilauge beschickten Liebig'schen Kugelapparat, zuletzt durch ein kleineres gerades Chlorcalciumrohr, das ebenfalls für sich abgewogen war. Nach Abschluss jedes Versuches wurde der Rest Wasser im Aspirator abgemessen, um die passirte Luftmenge zu erfahren.

I. Versuch. Für die erste Bestimmung wählten wir den Nachmittag des 21. Februar 1871, als fast alle Mannschaft im Freien und durch Oeffnen von einigen Fenstern und Thüren eine ziemliche Lüftung eingetreten war. Inmitten des Saales wurde auf einer niedrigen Bank der Apparat placirt.

Die Luftdurchsaugung dauerte von Nachmittags 3 Uhr 26 Minuten bis Abends 6 Uhr; die Durchschnittstemperatur der

durchgesogenen Luft betrug nach einem Mittel von 4 Notirungen 13,1 ° C., für welche Temperatur der Gasometer von uns geaicht war. In diesem blieb am Abschluss des Versuches ein Rest von 735 CC., somit hatten 9765 CC. die Absorptionsapparate passirt.

Die Wägungen ergaben:

1. Chlorcalciumrohr	+ 0,04525	Grm.	Zunahme,
Kaliapparat . .	— 0,04040	»	»
2. Chlorcalciumrohr	+ 0,04980	»	»
Somit: Absorbirte Kohlensäure	= 0,00940	Grm.	

pro 9765 CC. bei 13,1 ° C. und 722,5 Mm. Barometerstand, macht somit:

5,38 Volume pro 10000 bei 0° und 760 Mm.

Bekanntlich enthält die Luft im freien Felde im Durchschnitt 4 Vol. pro 10000, und es war also die Luft des Saales trotz der Entvölkerung und Lüftung (die indessen in der letzten Stunde nicht mehr so vollständig war) noch etwas übercarbonisirt.

II. Versuch. Derselbe wurde mit dem gleichen Apparate an gleicher Stelle 12 Stunden später unternommen. Die volle Mannschaft hatte die Nacht im Saale liegend, auf dem Boden und auf der Galerie zugebracht und lag, noch kaum erwacht, auf dem Stroh (der Tag war noch nicht angebrochen); es musste also das Maximum der Kohlensäure zu erwarten sein.

Februar 22. 6 bis 8 Uhr Morgens. Dauer der Luftdurchsaugung 2 Stunden. Durchschnittstemperatur 13,3 ° C. Barometerstand 727,7 Mm. auf 0 reducirt. Rest des Wassers im Aspirator 405 CC.; durchpassirte Luftmenge 10095 CC.

Die Wägungen der 3 Absorptionsapparate ergaben:

1. Chlorcalciumrohr	+ 0,00475	Grm.	Zunahme,
Kaliapparat . .	— 0,05045	»	»
2. Chlorcalciumrohr	+ 0,12210	»	»
Somit: Absorbirte Kohlensäure	= 0,07165	Grm.	

pro 10095 CC. bei 13,3 ° C. und 727,7 Mm., macht somit:

39,09 Volume pro 10000 bei 0° und 760 Mm.

Es wurde somit durch eine Schlafnacht der Kohlensäuregehalt der Luft in diesem Kasernenraume um fast das 8fache vermehrt. Rechnet man dazu die mancherlei Exhalationen, denen man chemisch nicht so leicht beikommen kann — der Geruch am Morgen war ein unbeschreiblicher, und in der Höhe der Galerie schwebte ein leichter bläulicher Nebelschleier — so

erschien theilweise Evacuation geboten. 200 Mann wurden demgemäss nach einem anderen Raume gewiesen, wodurch die in 16 Fuss Höhe herumlaufende Galerie gänzlich delogirt wurde. Von jetzt ab befand sich die zurückgebliebene Mannschaft bedeutend wohler.

Mittheilungen aus dem agriculturchemischen Laboratorium der Universität Leipzig.

VI. Die natürlichen Humuskörper des Bodens und ihre landwirthschaftliche Bedeutung.

Von

Dr. W. Detmer.

Es giebt gewisse Gegenstände auf dem Gebiete der Agriculturchemie, die sich durch die vereinigten Anstrengungen der Physiologen und Agriculturchemiker in sehr erfreulicher Weise entwickelt haben. Andererseits müssen wir aber auch bekennen, dass sich noch sehr viele Lücken in unserer Erkenntniss der naturwissenschaftlichen Grundlagen des Ackerbaues und der Viehzucht finden, so dass der Nutzen, den die Praxis von der Forschung hat, noch lange nicht sein Maximum erreichte, wenn dies überhaupt jemals von irgend einem Zeitpunkte gesagt werden kann.

So ist die Lehre von den Humuskörpern des Bodens und von ihrer landwirthschaftlichen Bedeutung ein Gebiet, das offenbar in mancher Beziehung sehr vernachlässigt ist, trotzdem jene Stoffe eine so ausserordentlich wichtige Rolle in der ganzen Natur spielen, und zwar liegt der Grund dieser geringeren Aufmerksamkeit, die man dem Humus zuwandte, in der Natur der Sache selbst, denn die grossen Massen von Darstellungsmaterial, die

umständlichen Operationen zur Reindarstellung, die eigenthümlichen Löslichkeitsverhältnisse der verschiedenen Humuskörper und vor Allem ihr durchaus amorpher Zustand erschweren die chemische Untersuchung wenigstens sehr, und gewiss ist dieser Punkt noch um so bedeutungsvoller, da so auch die physikalische und physiologische Seite der Sache leiden musste, indem die chemische Prüfung doch sicher den besten Grundstein für jene anderen Untersuchungen abgiebt.

Ich werde nun versuchen, auf nachfolgenden Blättern vom jetzigen Standpunkte der Wissenschaft und der praktischen Erfahrung aus ein möglichst klares Bild von den natürlichen Humuskörpern des Bodens und ihrer landwirthschaftlichen Bedeutung zu entwerfen, ferner werde ich aber auch an den betreffenden Stellen die Resultate meiner eigenen Untersuchungen mittheilen, die ich im agriculturchemischen Laboratorium der hiesigen Universität ausgeführt habe, unterstützt von dem ausgezeichneten Rathe des Herrn Professor Dr. Knop, für den ich ihm hiermit meinen aufrichtigsten Dank ausspreche.

Das gesteckte Ziel wird am besten zu erreichen sein, wenn wir die ganze Arbeit in drei Haupttheile zerlegen.

I. Die Bildung, die chemischen und physikalischen Eigenschaften der natürlichen Humuskörper.

II. Die landwirthschaftliche Bedeutung der natürlichen Humuskörper.

III. Betrachtung der Mittel, die dem Landwirthe zu Gebote stehen, um den Humusgehalt des Bodens zu erhalten, zu erhöhen oder wirksamer zu machen.

I. Die Bildung, die chemischen und physikalischen Eigenschaften der natürlichen Humuskörper.

Wenn unter dem Einflusse des Sauerstoffs und der Kohlensäure der Luft, des Wassers, des Frostes oder der Wärme, oder überhaupt unter der Wirkung aller der Ursachen, die den Verwitterungsprocess der Gesteine, seien sie entstanden in jenen

Zeiten, in denen die Erde die erste feste Rinde um ihren glühenden Kern bildete, seien sie sedimentärer oder eruptiver Natur, begünstigen, sich die ersten Spuren des Zerfalls zeigen, so siedeln sich auch schon nach sehr kurzer Zeit vegetabilische Organismen auf der anorganischen Grundlage an.

Zunächst sind es besonders Flechten, die sich einstellen, z. B. vor Allem *Lecanora tartarea* und *Lecanora Parella* aus der Unterabtheilung der nacktfruchtigen Flechten, dann gesellen sich zu diesen Species Arten aus der Gattung der Schüsselflechten, die allerdings derselben Unterabtheilung der Familie angehören, aber doch schon durch ihr blattartiges Lager eine entschieden höhere Entwickelung zeigen, z. B. *Parmelia parietina*, jenes Pflänzchen, das man so oft als gelben Ueberzug der Steine beobachten kann. Diesen Thallophyten folgen nun bald höhere Kryptogamen, wie Laubmoose und Farne etc., bis dann auch Gräser und endlich die verschiedenen Dikotyledonen auftreten, wodurch dann auch immer mehr und mehr die Bedingungen des Erscheinens animalischer Organismen erfüllt und benutzt werden.

Dieser Vorgang, der gleichsam in kleiner Ausdehnung den ganzen Entwickelungsprocess der belebten Natur repetirt, bedarf zu seiner Vollendung einer ungemein langen Zeit, indessen findet in den jüngeren Stadien ein weit schnellerer Fortschritt statt, als in den älteren, indem die Wurzeln der Pflanzen Kohlensäure abscheiden, immer weiter in das Gestein eindringen und so die Verwitterung desselben sehr begünstigen; der Hauptgrund jener Thatsache liegt aber im Folgenden begründet. Wenn die Vegetabilien eine Zeit lang existirten, so unterliegen sie den äusseren Einflüssen, und der Tod ist die unbedingte Folge des Lebens. Dann wirken die chemischen Kräfte in unbeschränkter Weise, und es entstehen aus der organischen Materie unter anderem dunkle, braun- oder schwarzgefärbte Verwesungs- oder Vermoderungsproducte. Diese entwickeln bei fortschreitender Zersetzung Kohlensäure, die wieder Auflösungsmittel des Gesteins ist, weiter aber enthalten jene Stoffe auch die Asche der früheren Pflanzen, die jetzt leicht löslich ist und so einen wichtigen Factor des üppigen Wachsthums abgiebt. So entstehen Generationen und gehen wieder zu Grunde, um durch ihren Tod

einem kräftigeren Leben Platz zu machen, daneben schreitet aber die Verwitterung des Gesteins immer weiter fort, bis endlich eine Schicht lockerer Erde entsteht, die oft mehrere Fuss Mächtigkeit besitzt. In fast analoger Weise ist der Vorgang da zu beobachten, wo das Meer oder wo Flüsse etc. Anschwemmungen gebildet haben, nur verläuft er hier natürlich weit schneller, da die Natur hier nicht feste Felsmassen zu zerstören hat, sondern sich von vorn herein ein mehr oder weniger zertrümmertes Material vorfindet. Das Endresultat ist nun aber sehr verschieden, je nach der Localität und den sonstigen Verhältnissen. Da, wo sehr günstige Bedingungen walteten, entwickelt sich eine schöne Laubholzvegetation, wo sie ungünstiger sind, herrscht Nadelholz vor, oder der Boden ist nur mit Pflanzen aus der Gattung *Erica* und sonstigen Haidegewächsen bedeckt. In gewissen Fällen, auf die wir uns hier indessen vom landwirthschaftlichen Standpunkte aus nicht genauer einlassen können, bilden sich auch Moore, und hier sind dann Torfmoose, wie *Sphagnum squarrosum*, *S. cuspidatum*, *S. acutifolium*, die prädominirenden Gewächse.

Wenn nun der Mensch den durch reine Naturprocesse günstig vorbereiteten Boden unter seine specielle Pflege nimmt, ihn düngt, durcharbeitet und mit Culturpflanzen bestellt, so entsteht daraus das Ackerland. Noch deutlicher, als an jenem unbebauten Boden, erkennt man an diesem zwei wohl charakterisirte verschiedene Schichten, nämlich die obere Ackerkrume und den tiefer liegenden Untergrund. Dieser letztere enthält die schwarzbraunen Zersetzungsproducte nicht, während die Ackerkrume oft wenig, oft mehr derselben besitzt. Früher legte man dem Material, aus dem die Pflanzen vor Allem ihre dem Boden entstammende Nahrung beziehen sollten, den Namen Dammerde, Moder oder Moderstoff bei; indessen haben später Einhof und Thaer, um Verwechselungen zu vermeiden, die animalischen und vegetabilischen Zersetzungsproducte speciell »Humus« genannt, worunter sie keineswegs eine bestimmte chemische Verbindung, sondern nur einen Collectivbegriff eben für jene Materien verstanden, ähnlich wie man unter Sand nicht nur reine Kieselsäure versteht. Aber auch noch die Benennung

»natürliche Humuskörper« bedarf einer schärferen Definition. Bolley, Malaguti und Mulder haben nämlich durch Behandlung des Zuckers mit verdünnten Säuren braune oder schwarze Körper dargestellt, die in mancher Hinsicht identisch mit dem Producte der freiwilligen Zersetzung zu sein scheinen. Diese im Laboratorium erhaltenen Stoffe nennt man »künstliche Humuskörper« im Gegensatz zu den natürlichen, welche nur im Boden sich bilden.

Es ist eine lange bekannte Thatsache, dass humushaltige Materialien bei der Behandlung mit Kalilauge einen Theil der organischen Substanz an diese abgeben, und dass das so entstandene humussaure Salz durch viele Säuren, unter Abscheidung eines flockigen Körpers, zersetzt wird. Diese Umstände sind schon von Saussure[1]), Sprengel[2]) und Mulder[3]) benutzt worden, um die verschiedenen Humuskörper zu isoliren, indessen ist es bis jetzt noch nicht gelungen, die Materien rein darzustellen, so dass der zuletzt genannte Chemiker z. B. meist 3—5 Proc. Stickstoff darin fand.

Durch die Kalilauge werden die Humuskörper in unlösliches Humin und lösliche Huminsäure zerlegt, welche letztere dann eben durch Säuren abgeschieden wird. Es musste so zunächst meine Aufgabe sein, die Huminsäure möglichst rein darzustellen, um sie dann weiter genauer zu studiren.

Als Material diente mir zunächst eine sogenannte Haideerde, die ich von Herrn Theile in Möckern bezog, der sie bei Eilenburg, einem Orte unweit Leipzig, hatte sammeln lassen. Diese Erde ist durch die Verwesung abgefallener Tannennadeln und darauf wachsender Haidekräuter reich an organischer Substanz, indem z. B. 2,764 Grm. 0,636 Grm., also 23,01 Proc. Glühverlust geben. Die Masse war vorher bei 120 ° C. getrocknet.

Um die Haideerde von Wurzeln und Steinen zu befreien, wurde sie mittelst eines Blechsiebes, dessen Oeffnungen eine Weite von 2 Mm. hatten, gesichtet. Dann wurden 2,500 Kgrm.

---

1) Recherches chimiques sur la végétation, 1804, p. 153.

2) Bodenkunde, 1837, S. 217.

3) Chemie der Ackerkrume, 1862, Bd. I, S. 243.

in einen grossen Glasballon gebracht, dort mit 10 Liter Wasser übergossen und 125 Grm. kohlensaures Kali zugesetzt. Nach Verlauf von 48 Stunden, in welcher Zeit die Temperatur zwischen 17 und 21 ° C. schwankte, wurde Alles durch einen Spitzbeutel filtrirt und die auf demselben zurückbleibende Masse mit Wasser so lange nachgewaschen, bis das Filtrat fast alles huminsaure Kali enthielt, das sich während der Berührungszeit gebildet hatte. Die Flüssigkeit zeigte nun eine schöne rothe Farbe, die sich noch in äusserst verdünnten Schichten bemerkbar macht und die derjenigen sehr ähnlich ist, welche entsteht, wenn man Schwefelcyankalium zu einer Eisenoxydlösung setzt. Das Filtrat mit dem Waschwasser wurde nun wieder in den Ballon gebracht und hier mit Chlorwasserstoffsäure schwach angesäuert, wodurch ein flockiger, fast schwarz gefärbter Niederschlag entstand, der sich nach 24 Stunden vollkommen zu Boden gesetzt hatte, während die darüber stehende Flüssigkeit nunmehr nur noch sehr wenig organische Substanz gelöst enthielt. Die Lösung wurde möglichst vollständig mit einem Heber entfernt, der Niederschlag aber auf ein grosses Filter gebracht und hier so lange mit Wasser ausgewaschen, bis ein gefärbtes Filtrat erschien. Die Färbung des Waschwassers wird um so intensiver, je mehr die Salzsäure aus dem Niederschlage entfernt wird, was leicht seine Erklärung in dem Umstande findet, dass auch die Huminsäure aus ihrer wässerigen Lösung, die übrigens nie sehr concentrirt werden kann, da, wie wir später sehen werden, selbst siedendes Wasser nur sehr wenig aufnimmt, durch manche Säuren abgeschieden wird.

Die Substanz auf dem Filter wurde nun zur Reinigung in Kalilauge gelöst, die mit ihrem zehnfachen Volumen Wasser verdünnt war, dann durch Salzsäure wieder ausgefällt, lange ausgewaschen und diese Operationen noch zweimal wiederholt. Zum letzten Auswaschen wurde natürlich das bis dahin benutzte Flusswasser durch destillirtes Wasser ersetzt, und endlich die Huminsäure auf dem Filter im Trockenschranke getrocknet, wobei sie ausserordentlich zusammenschrumpft. Nun war zur Prüfung der Reinheit überzugehen.

Was den Gehalt an Asche anbetrifft, so ergaben 1,301 Grm. lufttrockener Huminsäure 0,014 Grm. Asche = 1,076 Proc. Die qualitative Prüfung ergab, dass sie Kieselsäure, Kalk, Magnesia und Eisen enthielt. Um die Mineralstoffe zu entfernen, wurde die Säure in Ammoniak gelöst, dann wenige Tropfen Oxalsäure, Phosphorsäure und Schwefelammonium zugesetzt, um den Kalk als oxalsauren Kalk, die Magnesia als phosphorsaures Salz und das Eisen als Schwefelverbindung zu fällen; dann wurde dieser Niederschlag, der nun auch noch die unlösliche Kieselsäure enthielt, abfiltrirt, das Filtrat mit Salzsäure angesäuert, die Huminsäure auf einem Filter gesammelt, um darauf zunächst mit verdünnter heisser Salzsäure mehrmals, dann aber mit siedendem destillirten Wasser ausgewaschen zu werden. Die so behandelte Substanz war nun aschenfrei.

Weit grössere Schwierigkeiten stellten sich aber nun heraus, die Huminsäure vom Stickstoff zu befreien. 0,678 Grm. gaben bei der Untersuchung auf diesen Stoff[1]) 0,163 Grm. Ammoniumplatinchlorid = 0,0102 Grm. Stickstoff = 1,504 Proc. Es fragte sich nun, ob der Stickstoff mit zur Constitution der Huminsäure gehöre, ob er nur in Form von Ammoniak vorhanden sei, oder ob er vielleicht den Bestandtheilen einer besonderen stickstoffhaltigen Materie zuzuzählen sei, die noch als Verunreinigung zugegen war.

Die grosse Unwahrscheinlichkeit der ersten Möglichkeit können wir hier noch nicht klar darlegen, so dass wir uns an diesem Orte zunächst mit der Betrachtung der beiden anderen Fälle begnügen müssen. Wenn man die Substanz im stickstoffhaltigen Zustande in Kalilauge löst, so ist auch nicht die geringste Ammoniakentwickelung zu bemerken; selbst wenn man die Säure mit wenig Chlorwasserstoffsäure abscheidet und dann

---

[1]) Alle Stickstoffbestimmungen dieser Arbeit sind in der Weise ausgeführt, dass die Substanz mit Natronkalk verbrannt wurde. Das entweichende Ammoniak wurde in Alkohol, dem 2 CC. Salzsäure zugesetzt waren, aufgefangen, dann Platinchlorid und Aether zugesetzt und nach 24 Stunden das gefällte Ammoniumplatinchlorid abfiltrirt, welches dann entweder auf dem Filter bei 100° C. getrocknet oder verbrannt wurde, um so den Stickstoff zu berechnen.

das Nessler'sche Reagens zusetzt, so zeigt die Flüssigkeit keine Färbung. Als ich 0,603 Grm. im Azotometer mit der bromirten Lauge behandelte, erhielt ich 1,8 CC. N, bei 18 ° C. = 1,69 CC. bei 0 ° = 0,002123 Grm. Diese Menge auf die benutzte Substanz berechnet ist = 0,352 Proc. N, die directe Bestimmung hatte aber 1,504 % ergeben.

Es ist nun bekannt, dass z. B. Harnsäure im Azotometer auch nur einen Theil ihres Stickstoffs hergiebt, während er vollständig aus den Ammoniakverbindungen frei gemacht wird.

Ich glaube somit bestimmt, dass Mulder[1]) irrt, wenn er glaubt, dass der Stickstoff in der Huminsäure in Form von Ammoniak enthalten sei, denn die angeführten Beobachtungen sprechen vielmehr für das Vorhandensein eines Körpers, der den Stickstoff verbunden mit Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff enthält. Wir müssen, wie ich später nachweisen werde, annehmen, dass bei der Humusbildung sich der Huminsäure etc. eine stickstoffhaltige Substanz beimischt, die ja z. B. so leicht sich als Zersetzungsproduct des Protoplasmas bilden kann, von der sie nur sehr schwierig wieder zu trennen ist.

Hier möge auch eine vorläufige Elementaranalyse[2]) mitgetheilt sein, die ausgeführt wurde. 0,493 Grm. Substanz, bei 120 ° C. getrocknet, ergaben:

1,060 CO_2 = 0,28909 C = 58,639 % C.
0,180 H_2O = 0,020 H = 4,057 % H.

Es weichen diese Zahlen wesentlich von denen späterer Analysen ab, die angestellt sind, als die Huminsäure fast stickstofffrei erhalten wurde. Gehen wir nun aber dazu über zu zeigen, in welcher Weise dies Ziel zu erreichen war.

Die erste Methode, die benutzt wurde, gründete sich auf die Voraussetzung, dass die bromirte Natronlauge vielleicht doch bei längerer Einwirkung im Stande sei, die ganze Menge der Stickstoffverbindung zu zerstören. Es wurden 50 Grm. Natron-

[1]) Chemie der Ackerkrume, Bd. I, S. 257.

[2]) Alle Elementaranalysen dieser Arbeit sind im Sauerstoffstrome ausgeführt, und zwar befand sich die Substanz im Platinschiffchen. Das Ammoniak wurde durch glühendes Silberblech zerlegt.

hydrat in 100 Grm. Wasser gelöst und nun 12 Grm. Brom langsam eingetragen.

Wenn nun zu dieser Lösung huminsaures Kali gesetzt wurde, so trat eine so heftige Reaction ein, dass die ganze Masse entfärbt, also Zerstörung der ganzen organischen Materie bewirkt wurde; selbst bei zehnfacher Verdünnung war die Lauge nicht zu benutzen, und wenn sie zu verdünnt war, so wurde eben nicht aller Stickstoff ausgetrieben.

Ferner wurde huminsaures Kali in eine Lösung von salpetrigsaurem Kali gebracht und dann Schwefelsäure zugesetzt, um zu sehen, ob nicht vielleicht die frei werdende salpetrige Säure eine Wirkung auf die Stickstoffverbindung ausübe. Die Huminsäure, die natürlich durch die Schwefelsäure abgeschieden war, wurde abfiltrirt, zur Reinigung in Kalilauge gelöst, wieder abfiltrirt, ausgewaschen und getrocknet. 0,419 Grm. gaben aber 0,030 Ammoniumplatinchlorid = 0,005 Grm. Stickstoff = 1,19 Proc.

Manche Metalloxyde besitzen die Fähigkeit, die stickstoffhaltigen Materien aus ihren Lösungen zu fällen. Dass man es hier mit einer Verbindung zu thun hatte, die sich in Lösung befand, die also ähnlich, wie die Huminsäure, von der Kalilauge aufgenommen wird, geht aus dem Umstande hervor, dass das Filtriren zur Reinigung nichts beitrug. Es wurde nun zur Lösung des huminsauren Kalis wenig Zinkchlorid gesetzt und dann noch etwas Kalilauge hinzugebracht, um das etwa niedergeschlagene Zinkoxyd wieder zu lösen. Die Menge des Zinkchlorids betrug nur wenig, denn es war ja nicht darum zu thun, die ganze Menge der Huminsäure, die übrigens auch von dem Haloidsalze gefällt wird, abzuscheiden, sondern es handelte sich nur darum, ob nicht vielleicht die ganze Menge der stickstoffhaltigen Verbindung besser als die Huminsäure in unlösliche Form zu bringen sei. Nach dem Abfiltriren des so durch partielle Fällung erhaltenen Niederschlages wurde das Filtrat angesäuert, filtrirt und ausgewaschen. 0,453 Grm. ergaben 0,140 Grm. Ammoniumplatinchlorid = 0,0084 Grm. Stickstoff = 1,85 Proc.

Es war also keine Verminderung eingetreten, sondern mit einer gewissen Menge Huminsäure war zugleich eine gewisse Menge der stickstoffhaltigen Substanz abgeschieden worden.

Ferner versuchte ich die Verunreinigung durch Alkohol abzuscheiden, da manche Stickstoffverbindungen in alkoholischer Lösung durch denselben gefällt werden, indessen auch dies war erfolglos.

Während alle diese Methoden darauf berechnet waren, jene stickstoffhaltige Beimischung zu zerstören oder zu fällen, so versuchte ich nunmehr ein ähnliches Resultat dadurch zu erhalten, d. h. jenen Stoff überhaupt fortzuschaffen, indem ich nach Mitteln suchte, zu verhindern, dass er überhaupt sich mit der Huminsäure mischt, und die kleine Menge, die trotzdem hineingelangte, wieder zu lösen. Wir sahen, dass auch die Verunreinigung in Kalilauge löslich war, somit lag es nahe, statt dieser einen Körper zu benutzen, der die Huminsäure löst, den stickstoffhaltigen Körper aber nicht. Als solcher ist das doppeltkohlensaure Natron gut zu benutzen. Ferner hatte ich bei früheren Versuchen beobachtet, dass die unreine Substanz sich etwas mehr in Phosphorsäure und Essigsäure auflöst, als z. B. in Salzsäure. Jene beiden Säuren besitzen nun aber gerade die Eigenschaft, manche stickstoffhaltige Körper zu lösen, so dass auch dieser Umstand mit zu berücksichtigen war. Die Phosphorsäure war der Essigsäure hier unbedingt vorzuziehen, da es misslich ist, Organisches zu Organischem zu bringen.

Von der Haideerde stand mir kein Material mehr zu Gebote, weshalb eine Torfsorte benutzt wurde, die Herr Ceitmeny die Güte hatte mir zu senden. Sie stammt von dem Nienwalder Hochmoore des Gutes Jessbeck, wo sie sich in einer Tiefe von 7 Fuss findet. Ihre Farbe ist eine fast schwarze. 2,196 Grm. gaben = 0,163 Grm. Asche = 7,423 Proc.

10 Kgrm. des Torfes wurden in einem Glasballon mit 50 L. Wasser übergossen und 500 Grm. kohlensaures Kali zugefügt. Nach 48 Stunden wurden nun ganz ähnliche Operationen wie früher bei der Haideerde vorgenommen. Es wurde durch einen Spitzbeutel filtrirt, das Filtrat in den Ballon zurückgebracht, mit Salzsäure angesäuert, abgehoben und der Niederschlag auf dem Filter gut ausgewaschen, dann wieder in kohlensaurem Kali gelöst, mit Salzsäure ausgeschieden und nochmals auf einem Filter zunächst mit siedender verdünnter Salzsäure, dann aber

mit kochendem Wasser anhaltend ausgewaschen. Nun wurde in Ammoniak gelöst, dann zu dieser Lösung Oxalsäure, Phosphorsäure und Schwefelammonium gesetzt, um die bewussten Aschenbestandtheile abzuscheiden. Nach dem Filtriren wurde Salzsäure zugesetzt, der Niederschlag auf ein Filter gebracht, ausgewaschen und mit Kalilauge gekocht, um jede Spur von Ammoniak zu entfernen, dann wieder ausgeschieden, abfiltrirt, vollkommen ausgewaschen, in eine Lösung von doppeltkohlensaurem Natron gebracht, die auf 4 Theile Wasser 1 Theil des Salzes enthielt, wieder mit Salzsäure ausgefällt, abfiltrirt, ausgewaschen, dann nochmals in einer Lösung des doppeltkohlensauren Natrons gelöst, ausgefällt und nach dem Filtriren gut ausgewaschen. Der Niederschlag wurde nun mit Phosphorsäure gekocht, dann abfiltrirt, ausgewaschen und, um alle Mineralstoffe zu entfernen, mit Salzsäure ausgekocht, dann ausgewaschen und zwar zuerst mit Wasser, darauf mit Alkohol, um etwa vorhandenes Harz zu entfernen, dann wieder mit Wasser und endlich getrocknet. Durch diese sorgfältige Behandlung war der Stickstoffgehalt der Huminsäure allerdings deprimirt, aber doch nicht beseitigt, indem 0,433 Grm. Substanz 0,055 Grm. Ammoniumplatinchlorid = 0,0034 Grm. = 0,79 Proc. Stickstoff gaben.

Endlich gelang es mir, trotz aller Schwierigkeiten, den Stickstoff sehr herabzudrücken. Etwa 30 Grm. der nicht getrockneten, also sehr viel Wasser enthaltenden Substanz, wie sie die eben beschriebene Reinigungsmethode geliefert hatte, wurden in einem grossen Kolben mit 4 L. Wasser übergossen und damit 8 Stunden gekocht. Es löst sich diese wasserhaltige Huminsäure allerdings nur wenig in heissem Wasser, aber die Flüssigkeit wird doch intensiv gefärbt, und es stand zu erwarten, dass die stickstoffhaltige Substanz nicht gelöst werde. Nach dem Kochen wurde filtrirt, das Filtrat mit Chlorwasserstoffsäure angesäuert und nun der Niederschlag auf dem Filter ausgewaschen. Diese Operation führte ich in einem Nebenzimmer des Laboratoriums aus, damit die Huminsäure nicht Ammoniak anzöge, zu dem sie eine ungemeine Affinität besitzt, und das sich ja so leicht in der Atmosphäre eines Laboratoriums vorfindet. Ich erhielt 1,7 Grm. Substanz. 0,420 Grm. davon, bei 120 ° C. getrocknet,

gaben 0,012 Grm. Ammoniumplatinchlorid = 0,00075 Grm. = 0,179 Proc. Stickstoff.

Endlich wurde noch ein Theil der früher gewonnenen Substanz mit Uranoxyd vermischt, das aus einer Lösung des salpetersauren Uranoxyds frisch gefällt war, um zu sehen, ob dies vielleicht die stickstoffhaltige Materie binde. Die Flüssigkeit, die huminsaures Ammoniak im Ueberschuss enthielt, wurde filtrirt, gefällt, und die Huminsäure auf dem Filter ausgewaschen. Die Analyse zeigte aber, dass diese Methode nutzlos sei, so dass ich mich mit den früher erhaltenen Resultaten begnügen musste.

Behufs der Elementaranalyse war nun die Frage nach der Höhe der Temperaturgrade, bei denen die Huminsäure getrocknet werden sollte, zunächst zu entscheiden. Es zeigte sich, dass das Gewicht von 110 ° C. bis 120 ° C. abnimmt, dann bleibt es bis 130 ° C. constant, also ist 120 ° C. eine brauchbare Temperatur. Man muss sich hüten, zu stark zu erhitzen, denn schon bei 145 ° C. tritt ein ganz specifischer brenzlicher Geruch auf, der unzweifelhaft von einer tief eingreifenden Zersetzung durch die Wärme herrührt. Bei 160 ° C. wird auch die Farbe der Huminsäure dunkler.

1) Bei 120 ° C. getrocknet ergaben 0,466 Grm. Huminsäure des Jessbecker Torfes:

1,018 Grm. CO_2 = 0,2776 Grm. C.
0,189 » H_2O = 0,021 » H.

2) 0,501 Grm. derselben Säure ergaben nach dem Trocknen bei 120 ° C.:

1,096 Grm. CO_2 = 0,299 Grm. C.
0,217 » H_2O = 0,0241 » H.

3) Ferner wurde aus einer Texaserde, die Herr Prof. Knop die Güte hatte mir zu überlassen, in ganz ähnlicher Weise Huminsäure dargestellt, wie es beim Torf beschrieben wurde. 4,228 Grm. dieses Bodens gaben 0,427 Grm. Glühverlust = 10,10 Proc. 0,330 Grm. der Huminsäure dieses Bodens ergaben nach dem Trocknen bei 120 ° C.:

0,728 Grm. CO_2 = 0,199 Grm. C.
0,127 » H_2O = 0,0141 » H.

4) Ferner war Herr Prof. Blomeyer so freundlich, mir von den Versuchsfeldern des landwirthschaftlichen Instituts der

hiesigen Universität eine Bodenprobe zu überlassen, die nach dem Trocknen 8,00 Proc. Glühverlust gab, indem 2,936 Grm. 0,235 Grm. abgenommen hatten.

Von der daraus dargestellten Huminsäure ergaben 0,311 Grm. nach dem Trocknen bei 120° C.:

0,681 Grm. CO_2 = 0,1857 Grm. C.
0,136 » H_2O = 0,0151 » H.

Die procentische Zusammensetzung der Huminsäure stellt sich also in folgender Weise heraus:

	Gefunden bei:				Berechnet:
	1.	2.	3.	4.	
C	59,57	59,68	60,03	59,71	59,74 Proc.
H	4,51	4,81	4,27	4,86	4,48 »
O	—	—	—	—	35,78 »

Die gefundenen Zahlen stimmen in befriedigender Weise mit dieser Berechnung, die der Formel: $C_{20}\ H_9\ O_9$ entspricht, überein.

Zur Bestimmung des Aequivalents der Huminsäure wurde das Silbersalz dargestellt, indem man eine Lösung von huminsaurem Ammoniak, das wir später besprechen werden, durch salpetersaures Silberoxyd fällte. Der Niederschlag wurde ausgewaschen und getrocknet.

1,084 Grm. des bei 100° C. getrockneten huminsauren Silberoxyds ergaben nach dem Verbrennen 0,454 Grm. Silber. Daraus ergiebt sich das Aequivalent der Huminsäure = 151,1. Legen wir die berechnete Zahl 150,75 zu Grunde, so ist die Aequivalentformel: $C_{15}\ H_{6^3/_4}\ O_{6^3/_4} = C_{60}\ H_{27}\ O_{27}$, oder den neueren Principien entsprechend: $C_{60}\ H_{54}\ O_{27}$.

Es stellt die Huminsäure eine glänzende schwarze Masse mit einem glänzenden Bruche dar, die unwillkürlich an zerschlagenen Obsidian erinnert. Zerreibt man sie, so wirft sie einen Theil der auf sie fallenden Lichtstrahlen zurück und nimmt eine braune Farbe an. Frisch gefällt stellt sie eine sehr voluminöse Masse dar, die 91,7 Proc. Wasser enthält, indem 4,226 Grm. der nassen Masse nach dem vollständigen Trocknen, zuletzt bei 120° C., 0,352 Grm. trockenen Rückstand geben. Die Huminsäure ist absolut amorph. Herr Prof.

Zirkel hatte die Güte, eine kleine Probe, die auf einem Uhrglase durch Verdunsten einer Lösung gesammelt war, mittelst des Polarisationsmikroskopes näher zu untersuchen, indessen es war auch nicht die mindeste Wirkung zu beobachten. Es lag nun allerdings noch die Möglichkeit vor, dass die Huminsäure dem tesseralen Krystallsysteme angehöre, aber leicht konnte man sich überzeugen, dass dies auch nicht der Fall sei, wenn man eine eingedünstete Lösung auf dem Uhrglase mittelst eines Mikroskopes betrachtete, indem sich dann die ganze Masse von Sprüngen und Rissen durchzogen zeigte, aber keine Spur von Krystallisation aufwies. Die Löslichkeitsverhältnisse sind von so eigenthümlicher Art bei der Huminsäure und gerade für landwirthschaftliche Betrachtungen von so grossem Interesse, dass wir ihnen unsere besondere Aufmerksamkeit schenken müssen.

Die lufttrockene Huminsäure ist im Wasser sehr schwer löslich. Kaltes, d. h. Wasser bei 15° C. nimmt nichts davon auf, kocht man sie aber im fein gepulverten Zustande 3 Stunden mit 500 Grm. destillirtem Wasser, so zeigt sich beim Eindünsten der Lösung, erst in einer Porzellanschale, dann in einer Platinschale, dass sich 0,037 Grm. bei 120° C. getrockneter Huminsäure gelöst haben. 1 Gewichtstheil Wasser löst unter den angegebenen Umständen also $^1/_{13784}$ Gewichtstheil der Säure, oder 13784 Gewichtstheile Wasser lösen einen Gewichtstheil Huminsäure. Die wasserhaltige Huminsäure, wie man sie direct nach dem Auswaschen erhält, ist dagegen nun leichter löslich, als die lufttrockene, und zwar hat dies wohl seinen Grund in dem feiner vertheilten Zustande, der ihr in dieser Form eigen ist. Um zu beobachten, wie die Löslichkeit mit der Temperaturzunahme steigt, wurden 4 Grm. der Säure jedesmal mit 200 Grm. Wasser in einen kleinen Kolben gebracht und nun 4 Stunden mit einander in Berührung gelassen, dann wurden 25 Grm. der Lösung in einer Platinschale eingedünstet und bei 120° C. getrocknet. In dieser Menge Wasser hatten sich gelöst:

bei	6° C.	0,003 Grm.,	bei	6° C.	lösen also	8333	Th. H_2O	1	Th.	Säure.
»	18° »	0,007 »	»	18° »	» »	3571	» »	1	»	»
»	50° »	0,021 »	»	50° »	» »	1190	» »	1	»	»
»	100° »	0,040 »	»	100° »	» »	625	» »	1	»	»

Bemerkenswerth ist noch der Umstand, dass eine Lösung, die bei höherer Temperatur entstand, nichts von der Huminsäure beim Erkalten abscheidet, was auch für die vollkommen amorphe Natur der Huminsäure spricht.

Salzsäure, Schwefelsäure und verdünnte Salpetersäure lösen nur Spuren. Alkohol löst beim Kochen etwas. In Aether ist die Säure, sowohl bei gewöhnlicher Temperatur, als auch beim Kochen, absolut unlöslich. Die reine Huminsäure löst sich in Phosphorsäure auch leichter als in den genannten Säuren und anderen Körpern.

Eine höchst bemerkenswerthe, sehr interessante Thatsache, deren volle Bedeutung wir erst später darlegen werden, besteht in dem Verhalten der Huminsäure zu Salzen. Knop[1]) weist schon darauf hin, dass, wenn Humuskörper sich mit Salzen zusammenfinden, letztere die Unlöslichkeit der ersteren bedingen. Knop liess eine humusreiche Haideerde ein halbes Jahr mit den Lösungen von salpetersaurem Kalk, salpetersaurem Kali, schwefelsaurem Kali, phosphorsaurem Ammoniak und phosphorsaurem Kali stehen, und fand nun, dass nur die beiden letzten Flüssigkeiten sich nach dieser Zeit tief braun gefärbt hatten. Es würde sehr schwer zu erklären sein, wie hier diese Färbung entsteht, wenn man annimmt, dass sich freie Phosphorsäure bildet, die dann verhältnissmässig viel Huminsäure lösen würde, vielmehr mag der Grund in dem Umstande zu suchen sein, dass der Kalk oder das Eisen in der Haideerde sich mit der Phosphorsäure der phosphorsauren Alkalien verbindet, wodurch dann die Basen frei werden und ihrerseits mit der Huminsäure Salze bilden, welche leicht im Wasser mit intensiver Farbe löslich sind. Bringt man eine Lösung der Huminsäure mit phosphorsaurem Ammoniak zusammen, so findet auch in der That keine Zersetzung statt. Die Angaben Knop's über das Verhalten der Huminsäure zu anderen Salzen kann ich dagegen vollkommen bestätigen, denn Lösungen von Chlornatrium, Chlorkalium und salpetersaurem Kali lösen weit weniger Huminsäure als reines Wasser zu lösen vermag.

---

[1]) Der Kreislauf des Stoffs, Bd. I, S. 304.

Die Huminsäure wird durch alle stärkeren Mineralsäuren und organischen Säuren aus ihren Verbindungen abgeschieden. Die Kohlensäure vermag sie dagegen auszutreiben, und wir benutzten diesen Umstand ja auch schon zur Darstellung des Körpers. Mit den Oxyden der Alkalimetalle giebt sie Verbindungen, die leicht in Wasser löslich sind, während die Salze, die sie mit den Basen der Metalle der alkalischen Erden oder der schweren Metalle bildet, unlöslicher sind, oder gar sehr schwer vom Wasser gelöst werden. Behandelt man die Huminsäure mit concentrirter Schwefelsäure, so entsteht eine sehr dunkel gefärbte Flüssigkeit, die nach dem Verdünnen und Filtriren die starke Färbung behielt. Mit rauchender Salpetersäure gekocht liefert sie, wie so manche organische Materien, Oxalsäure.

Bei langsamer Zersetzung liefert die Huminsäure natürlich besonders Kohlensäure. Endlich ist noch zu bemerken, dass die Huminsäure blaues Lackmuspapier röthet.

Das Ammoniaksalz der Huminsäure erhält man leicht durch Auflösen der Säure in Ammoniak. Man verdunstet die Lösung dann im Wasserbade und vertreibt so gleichzeitig das überschüssige Ammoniak. Das Salz stellt eine amorphe, glänzende, schwarze Masse dar. Um ihre Löslichkeit festzustellen, wurden 4 Grm. mit 5 CC. Wasser übergossen und dann nach einiger Zeit filtrirt. 3,104 Grm. dieser Lösung hinterlassen nach dem Eindünsten und Trocknen bei 105 ° C. 1,017 Grm. des Salzes, also hatte diese Menge 2,187 Grm. zur Auflösung bedurft. 1 Theil des huminsauren Ammoniaks löst sich demnach in 2,2 Theilen Wasser. Bei der Stickstoffbestimmung ergaben 0,531 Grm. Substanz 0,232 Grm. Platin = 0,042 Grm. Ammoniak = 7,91 Proc. Bei einer zweiten Analyse ergaben 0,401 Grm. Substanz 0,1787 Grm. Platin = 0,0325 Grm. Ammoniak = 8,10 Proc. Die Formel des Salzes ist demnach $C_{60}\,H_{48}\,(NH_4)_6\,O_{27}$.

Das Kalksalz der Huminsäure kann man leicht darstellen, wenn man in eine Lösung von Chlorcalcium eine Lösung des Ammoniaksalzes bringt. Es entsteht ein schwarzer Niederschlag, den man abfiltriren und auswaschen muss. Ein Theil des wasserhaltigen Niederschlages wurde bei 19 ° C. mit Wasser hingestellt. 25 Grm. der Lösung ergaben nach dem Eindünsten

und Trocknen 0,008 Grm. Rückstand, also löst 1 Theil des Salzes sich in 3125 Theilen Wasser. Wie sich bei der Analyse zeigte, hat man es hier mit einem Doppelsalze zu thun, in welchem ein Theil des Wasserstoffs der Huminsäure durch Calcium, ein anderer aber durch Ammonium substituirt ist. Zur Kalkbestimmung wurde die Substanz im Platintiegel mit concentrirter Schwefelsäure angefeuchtet, dann geglüht und nach dem Erkalten noch einmal mit Schwefelsäure befeuchtet, um etwa durch die Kohle der organischen Substanz reducirtes Salz wieder in schwefelsauren Kalk überzuführen. 0,204 Grm. lieferten 0,0595 Grm. schwefelsauren Kalk = 0,0175 Grm. Calcium = 8,58 Proc. Die Masse war vorher bei 105° C. getrocknet. Zur Ammoniakbestimmung dienten 0,415 Grm., die 0,054 Grm. Platin gaben = 0,010 Grm. Ammoniak = 2,41 Proc. Die Formel ist also: $C_{60}\ H_{46}\ Ca_3\ (NH_4)_2\ O_{27}$.

Bringt man das feste Salz mit Ammoniak zusammen, so färbt sich die Flüssigkeit nur sehr wenig, setzt man aber kohlensaures Ammoniak zu, oder lässt man obige Flüssigkeit an der Luft stehen, wodurch sich kohlensaures Ammoniak bildet, so tritt alsbald eine intensive Färbung auf, die eine Folge des Umsatzes des huminsauren Ammoniakkalks mit dem kohlensauren Ammoniak ist, indem kohlensaurer Kalk gefällt wird, huminsaures Ammoniak aber in Lösung geht.

Das Eisensalz erhält man leicht beim Vermischen einer Eisenchloridlösung mit huminsaurem Ammoniak. Es stellt eine amorphe, schwarze, glänzende Masse dar, die sich in 5000 Theilen Wasser von 19° C. löst, indem 25 Grm. Lösung 0,005 Grm. des Salzes hinterliessen. Auch hier haben wir es mit einem Doppelsalze zu thun, das neben Eisen noch Ammoniak enthält. Zur Eisenbestimmung wurde die Substanz im Platintiegel geglüht, dann mit Salpetersäure befeuchtet, um etwa reducirtes Eisenoxyd wieder zu oxydiren. 0,686 Grm. Substanz gaben 0,080 Grm. Eisenoxyd = 0,056 Grm. Eisen = 8,16 Proc. Bei der Stickstoffbestimmung ergaben 0,319 Grm. Substanz 0,045 Grm. Platin = 0,008 Grm. Ammoniak = 2,51 Proc. Die Materialien waren bei 105° C. getrocknet. Die Formel des Salzes ist: $C_{60}\ H_{46}\ Fe_2\ (NH_4)_2\ O_{27}$.

Bringt man huminsaures Ammoniak mit einer Lösung von schwefelsaurer Magnesia zusammen, so entsteht das entsprechende Salz, das aber ziemlich leicht in Wasser löslich ist. Ferner giebt das huminsaure Ammoniak mit einer Chlorzinklösung, mit einer Lösung von schwefelsaurem Kupferoxyd u. s. w. schwarze unlösliche Niederschläge, die neben Huminsäure die betreffende Basis enthalten und alle unter einander sehr ähnlich sind.

Bisher haben wir als Darstellungsmaterial unseres Körpers stets Substanzen benutzt, in denen der Humus in einem weiter fortgeschrittenen Stadium der Zersetzung sich befand. Es folgen nun einige Analysen der Säure, wie sie aus braunem, also noch weniger humificirtem Torfe, in ganz derselben Weise dargestellt und gereinigt worden ist. Bei 120° C. wurde auch diese Säure getrocknet. Der Torf, der dazu diente, besitzt eine braune, an manchen Stellen sogar hellbraune Farbe und stammt auch vom Nienwalder Hochmoor des Gutes Jessbeck in Holstein, findet sich dort aber nicht 7 Fuss tief in der Erde, wie der früher besprochene, sondern direct an der Oberfläche. 0,993 Grm. gaben 0,027 Grm. Asche = 2,719 Proc.

0,431 Grm. der daraus dargestellten Säure gaben:

0,946 Grm. CO_2 = 0,258 Grm. C = 59,86 Proc. C.
0,177 » H_2O = 0,01966 » H = 4,56 » H.

Von derselben Säure gaben 0,507 Grm.:

1,108 Grm. CO_2 = 0,3022 Grm. C = 59,61 Proc. C.
0,215 » H_2O = 0,0239 » H = 4,71 » H.

Zusammensetzung und Eigenschaften dieser Säure stimmen so vollkommen mit der früher beschriebenen überein, dass wir sie unbedingt als identische Körper betrachten müssen.

Von dem Humus sind nun nicht alle Bestandtheile in Alkalien löslich. Nur die Huminsäure wird von diesen aufgenommen, während noch ein gewisser Theil zurückbleibt, der weder vom Wasser, noch von Alkalien, Weingeist oder Säuren angegriffen wird. Um dieses Material darzustellen, habe ich sowohl den schwarzen als auch den braunen Torf fast 2 Monate mit Kalilauge behandelt, indem erst mit dieser ausgekocht, dann durch ein Tuch filtrirt und gut ausgewaschen wurde. Diese Operationen muss man abwechselnd so lange fortsetzen, bis die

Kalilauge fast nichts mehr löst. Dann wurde die Substanz mit verdünnter Salzsäure in der Wärme digerirt, auf ein Filter gebracht und gut ausgewaschen. Die Masse stellt dann einen nicht glänzenden, lederartigen Körper dar, der, wenn er aus dem hellen Torf dargestellt ist, auch eine hellere Farbe zeigt, als wenn man den dunklen Torf zur Gewinnung benutzt. Man nennt diesen Körper »Humin«. Die erste Analyse ist mit Humin aus dem schwarzen Jessbecker Torfe, die zweite mit dem aus dem braunen vorgenommen. Die Substanz ist immer vorher bei 120° C. getrocknet.

No. 1. 0,440 Grm. gaben 0,038 Grm. Asche = 8,636 Proc.
0,468 » — (8,636 Proc. Asche = 0,0404 Grm.) = 0,4276 Grm.
gaben 0,866 Grm. CO_2 = 0,2362 Grm. C = 55,234 Proc. C
und 0,243 » H_2O = 0,027 » H = 6,314 » H.

Bei der Stickstoffbestimmung ergaben:
0,412 Grm. — (8,636 Proc. Asche = 0,036 Grm.) = 0,376 Grm.
gaben 0,027 Grm Pt = 0,0038 Grm. N = 1,01 Proc. N.

No. 2. 0,607 Grm. gaben 0,031 Grm. Asche = 5,107 Proc.
0,480 » — (5,107 Proc. Asche = 0,0245 Grm.) = 0,4555 Grm.
gaben 0,871 Grm. CO_2 = 0,2375 Grm. C = 52,14 Proc. C
und 0,288 » H_2O = 0,032 » H = 7,03 » H.

Bei der Stickstoffbestimmung ergaben:
0,545 Grm. — (5,107 Proc. Asche = 0,028 Grm.) = 0,517 Grm.
gaben 0,023 Grm. Pt = 0,0033 Grm. N = 0,638 Proc. N.

Auf die bei 120° C. getrocknete aschenfreie Substanz berechnet, stellt sich die procentische Zusammensetzung des Humins also in folgender Weise:

	No. 1.	No. 2.
C	55,23 Proc.	52,14 Proc.
H	6,31 »	7,03 »
O	37,45 »	40,19 »
N	1,01 »	0,64 »
	100,00 Proc.	100,00 Proc.

Betrachten wir jedoch von dem bisher gewonnenen Standpunkte die früheren Arbeiten über die Humuskörper.

Die erste Analyse jener Säure ist von Sprengel[1]) ausgeführt worden. Er nennt sie einfach »Huminsäure« und fand

[1]) Chemie für Landwirthe, 1831, Bd. I, S. 308.

sie bestehend aus 58,0 Proc. C, 2,1 Proc. H und 39,9 Proc. O + N. Auch hat er schon viel zur Kenntniss der humussauren Salze beigetragen. Dann hat Mulder sich ein sehr grosses Verdienst um die Erforschung der Humuskörper erworben. Wenn er die Säure aus schwarzem Humus dargestellt hatte, so nannte er sie »Huminsäure« und den unlöslichen Rückstand »Humin«. Gewann er sie aus braunem Humus, so nannte er sie »Ulminsäure« und dann den unlöslichen Rückstand dem entsprechend »Ulmin«. Mulder[1]) giebt nun der Huminsäure die Formel $4 (C_{24} H_9 O_9) + H_4 NO + 2 HO$ oder $2 (C_{40} H_{15} O_{15}) + H_4 NO + HO$, die er aus einer Reihe von Analysen herleitet. Wir sahen früher schon, dass diese Formeln nicht richtig sein können wegen des Stickstoffs, der nicht zur Constitution der Huminsäure gehört. Die Ulminsäure hat er auch nicht stickstofffrei erhalten. Ferner hat Mulder[2]) aus Zucker, durch Einwirkung von Säuren, künstliche Huminsäure dargestellt, der er die Formel $C_{40} H_{12} O_{12} + nHO$ giebt (nach der jetzigen Theorie $C_{20} H_{12} O_6 + nH_2O$). Wir hatten die Formel $C_{60} H_{54} O_{27}$ erhalten. Dividirt man diese durch 3, so erhält man die Formel $C_{20} H_{18} O_9$, es würden also 3 Moleküle Wasser mehr darin sein, als in der Mulder'schen. Jener Chemiker hängt aber noch $+ nH_2O$ an, da eben die Temperatur des Trocknens hier den Ausschlag giebt, und da ich nun 120° C. als die beste Temperatur für diesen Zweck gefunden habe, indem ja sonst so leicht Zersetzung eintritt, so glaube ich bestimmt, dass meine Huminsäure mit der aus Zucker gewonnenen identisch ist.

Eine ganz eigenthümliche Ansicht hat Mulder über die Zusammensetzung der Ulminsäure, indem er[3]) meint, dass ihre Formel $C_{40} H_{14} O_{12} + nHO = C_{20} H_{14} O_6 + nH_2O$ sei, dass sie also 2 Atome Wasserstoff mehr als die Huminsäure enthalte. Er stützt diese Ansicht auf einige Analysen, bei denen er die Substanz aber bei 195° C. getrocknet hat. Dabei fand er die aus Zucker dargestellte Ulminsäure bestehend aus 67,1 Proc. C,

---

[1]) Chemie der Ackerkrume. Holländisches Original, Bd. I, S. 432.

[2]) Ebenda Bd. I, S. 256.

[3]) Ebenda Bd. I, S. 253.

4,2 Proc. H, 28,7 Proc. O. Ich glaube unzweifelhaft, dass die Temperatur zu hoch war, des hohen Kohlenstoffgehaltes wegen ist dies noch wahrscheinlicher. Um so mehr muss ich diese Ansicht als die richtige erachten, da Stein[1]) auch der Ulminsäure aus Zucker die Formel C_{40} H_{15} O_{15} gab; es handelt sich also auch hier nur wieder um Wasserdifferenzen. Nach alle dem wird meine Meinung als gerechtfertigt erscheinen, dass es nur eine in Alkalien lösliche und daraus durch Säuren abzuscheidende Humussäure giebt, sei sie aus Torf oder Ackererde oder künstlich aus Zucker etc. gewonnen, die die Formel C_{60} H_{54} O_{27} besitzt und die man am besten, im Gegensatz zu Humussäuren, die in Säuren löslich sind, mit dem Namen »Huminsäure« belegt.

Der in Alkalien unlösliche Stoff hat, aus Zucker gewonnen, nach Mulder[2]) mit der Säure dieselbe Zusammensetzung. Wir dürfen dies auch wohl von dem natürlichen Humin annehmen, obgleich unsere Analysen es nicht zeigen; indessen man muss bedenken, dass sich dort, vermischt mit dem Humin, Holzfaser, die noch nicht zersetzt war, etc. befand. Es wird wohl kaum gelingen, das Humin zu isoliren, ich glaube aber, dass auch zwischen dem Humin aus verschiedenen Materialien Identität herrscht, obgleich es als natürliches Humin noch nicht rein dargestellt ist, wohl aber als künstliches.

Ausser Mulder hat später noch Herrmann[3]) die Humuskörper untersucht, wobei er zu ganz anderen Resultaten gelangt. Er unterscheidet je nach dem Darstellungsmaterial folgende Arten.

I. In H_2O lösliche Humuskörper:

1) Holzquellsäure; 2) Torfquellsäure; 3) Ackerquellsäure; 4) Paraquellsäure.

II. Dann durch C_2 H_3 NaO_2 ausziehbare Humuskörper:

1) Torfsäure; 2) Tulaackersäure; 3) sibirische Ackersäure; 4) Paraquellsatzsäure.

---

1) Ann. d. Pharm. Bd. XXX, S. 81.

2) Chemie der Ackerkrume Bd. I, S. 256.

3) Handwörterbuch der Chemie Bd. III, 940 und Bd. VIII, 938.

III. Dann durch Alkalien zu lösende Humuskörper:

1) Anitrohumussäure; 2) Zuckerhumussäure; 3) Metahumussäure.

IV. Dann zurückbleibende unlösliche Humuskörper:

1) Anitrohumin; 2) Nitrohumin; 3) Nitrolin.

Herrmann giebt z. B. folgende Formeln:

Zuckerhumussäure $= C_{30}\ H_{30}\ O_{12}\ N_3$.
Holzhumussäure $= C_{70}\ H_{70}\ O_{28}\ N_7$.
Metahumussäure $= C_{50}\ H_{50}\ O_{20}\ N_5$.

Es würde uns zu weit führen, diese Arbeit kritisch näher zu betrachten, es sei nur bemerkt, dass in dem Handwörterbuch der Chemie die Ansicht ausgesprochen wird, und auch ich stimme ihr vollkommen bei, dass schwerlich eine zweite Untersuchung die Formeln wieder finden wird.

Wenn man die Huminsäure aus der Alkalilösung mit Salzsäure abgeschieden hat, so bleibt in der Säure noch Quellsatzsäure oder auch Apocrensäure genannt und Quellsäure, auch Crensäure genannt, zurück. Als ich, nach der Angabe von Mulder[1]), die Lösung mit Kali neutralisirte und Essigsäure zusetzte, dann mit essigsaurem Kupferoxyd versetzte, entstand ein grünlicher Niederschlag von quellsatzsaurem Kupferoxyd, die Mengen waren aber zu gering, um weiter untersucht werden zu können. Zur Darstellung muss man den Niederschlag abfiltriren, in Wasser suspendiren, Schwefelwasserstoff einleiten, um das Kupfer als Schwefelkupfer abzuscheiden und dann die Lösung eindünsten. Die Formel der Quellsatzsäure ist nach Mulder $C_{18}\ H_{12}\ O_{24} + H_4\ NO + HO$, also auch hier ist Ammoniak immer nach seiner Ansicht darin. In Alkalien, Wasser und Weingeist löst sie sich leicht. Sie ist braun und vollkommen amorph. Huminsäure soll sich durch Salpetersäure zu Quellsatzsäure oxydiren.

Neutralisirt man die von dem quellsatzsaurem Kupferoxyd abfiltrirte Flüssigkeit mit kohlensaurem Ammoniak und fügt noch etwas essigsaures Kupferoxyd hinzu, so fällt quellsaures Kupferoxyd, mit dem man zur Darstellung der Säure in analoger

---

[1]) Chemie der Ackerkrume Bd. I, S. 266.

Weise wie mit dem quellsatzsaurem Salze verfährt. Möglichst rein stellt sie eine blassgelbe, amorphe Masse dar, die sich in Wasser, Alkohol und Alkalien löst. Die Formel ist nach Mulder[1]) $C_{24} H_{12} O_{16} + H_4 NO + HO$. Sie nimmt an der Luft Sauerstoff auf, ohne dafür Kohlensäure abzugeben, und geht so in Quellsatzsäure über, die dann durch reducirende Mittel, z. B. durch nascirenden Wasserstoff, wieder in Quellsäure übergeht. Die Salze der Quellsatzsäure sind braun, die der Quellsäure weiss. Beide Säuren geben mit den Alkalien leicht lösliche Verbindungen, und auch die mit den übrigen Metalloxyden sind im Allgemeinen löslicher, als die entsprechenden huminsauren Salze. Der Humus enthält nun sicher noch manche andere Körper, denn bei der Verwesung, Vermoderung und Fäulniss der vegetabilischen und animalischen Reste entstehen gewiss noch verschiedene, indessen ihre Menge ist sehr gering, oder ihre Trennung so schwierig, dass es bis jetzt nicht gelungen ist, andere bestimmt zu isoliren und zu untersuchen. Wir wenden uns darum wieder den verlassenen Betrachtungen über die Humification zu, wozu wir nunmehr nicht nur das Material gesammelt, sondern auch das Ziel gesteckt haben, bis zu welchem wir fortschreiten können. Drei Analysen, die ich ausgeführt habe, um zu sehen, welchen Einfluss die fortschreitende Zersetzung auf die Zusammensetzung des Humus hat, werden uns mitten in die Sache versetzen. Sie wurden mit Jessbecker Torf vorgenommen und zwar ist No. 1 das Material mit brauner Farbe, das sich an der Oberfläche findet und aus dem wir ja auch Huminsäure erhalten haben. No. 2 findet sich 7′ tief auf dem Hochmoore und ist von fast schwarzer Farbe. No. 3 liegt 14′ tief und ist ganz schwarz gefärbt. Bei No. 1 sind die Pflanzenreste noch deutlich zu erkennen, No. 2 und 3 repräsentiren eine mehr homogene Masse.

Aschenbestimmungen.

No. 1.	0,993 Grm.	gaben	0,027 Grm.	Asche	= 2,719	Proc.
» 2.	2,196 »	»	0,163 »	»	= 7,423	»
» 3.	0,873 »	»	0,080 »	»	= 9,164	»

---

[1]) Chemie der Ackerkrume Bd. I, S. 267.

Elementaranalysen.

Zu diesen sowie zu den Aschen- und Stickstoffbestimmungen ist die Substanz stets bei 120 0 C. getrocknet.

No. 1. 0,368 Grm. —(2,719 Proc. Asche = 0,010 Grm.) = 0,358 Grm.
gaben 0,758 » CO_2 = 0,2067 Grm. C = 57,75 Proc.
0,175 » H_2O = 0,0194 » H = 5,43 »

No. 2. 0,352 Grm. —(7,423 Proc. Asche = 0,026 Grm.) = 0,326 Grm.
gaben 0,741 » CO_2 = 0,2022 Grm. C = 62,02 Proc.
0,153 » H_2O = 0,017 » H = 5,21 »

No. 3. 0,379 Grm. —(9,164 Proc. Asche = 0,035 Grm.) = 0,344 Grm.
gaben 0,808 » CO_2 = 0,2204 Grm. C = 64,07 Proc.
0,155 » H_2O = 0,0172 » H = 5,01 »

Stickstoffbestimmungen.

No. 1. 0,537 Grm. —(2,719 Proc. Asche = 0,015 Grm.) = 0,522 Grm.
gaben 0,030 » Pt = 0,0042 Grm. N = 0,805 Proc.

No. 2. 0,317 Grm. —(7,423 Proc. Asche = 0,024 Grm.) = 0,293 Grm.
gaben 0,057 » Pt = 0,0081 Grm. N = 2,10 Proc.

No. 3. 0,331 Grm. —(9,164 Proc. Asche = 0,030 Grm.) = 0,301 Grm.
gaben 0,086 » Pt = 0,0122 Grm. N = 4,05 Proc.

Auf aschenfreie, bei 120 0 C. getrocknete Substanz berechnet, ist die Zusammensetzung der drei Torfsorten also:

	No. 1.	No. 2.	No. 3.
C	57,75 Proc.	62,02 Proc.	64,07 Proc.
H	5,43 »	5,21 »	5,01 »
N	0,80 »	2,10 »	4,05 »
O	36,02 »	30,67 »	26,87 »
	100,00 Proc.	100,00 Proc.	100,00 Proc.

Aus diesen Analysen können wir zunächst folgende Sätze abstrahiren:

1) Die Producte werden bei fortschreitender Zersetzung immer reicher an Asche, indem sie immer mehr und mehr Wasser und Kohlensäure verlieren.
2) Sie werden stickstoffreicher, indem die stickstoffhaltigen, vielleicht lederartigen Körper, die sich bilden, sehr schwer zerstörbar sind.
3) Sie werden relativ reicher an Kohlenstoff, aber ärmer an Wasser- und Sauerstoff.
4) In den tieferen Schichten schreitet die Zersetzung langsamer fort, da dort die Luft, also eine der wichtigsten

Bedingungen zur Humification, sich nicht mehr in so reichlicher Menge vorfindet.

Wir können mit vollkommenem Rechte die von Liebig[1]) in die Wissenschaft eingeführten Begriffe der Verwesung und der Vermoderung festhalten. Mit dem ersten Ausdrucke bezeichnet er die Zersetzungsprocesse, die bei Gegenwart einer reichlichen Menge Sauerstoffs stattfinden, bei deren Verlauf die Luft also freien Zutritt hat, während er da von Vermoderung spricht, wo die atmosphärische Luft keinen oder doch nur einen höchst beschränkten Zutritt hat. Bei der Verwesung entstehen die eigentlichen Humuskörper, während der Vermoderungsprocess weisse Producte liefert, von denen z. B. das weissfaule Holz eins ist. Ausserdem muss man noch den Fäulnissprocess unterscheiden, der besonders stickstoffhaltige Substanzen zerstört, und bei dessen Verlauf meist eigenthümliche Fermente auftreten; indessen dieser Vorgang sowie der Vermoderungsprocess ist so wenig erforscht, dass wir eigentlich nichts darüber wissen. Bei der Vermoderung kommt aber noch hinzu, dass sie im Boden wohl nur in sehr seltenen Fällen zur Geltung kommt, wenigstens im guten Ackerboden, da die Luft hier zu freien Spielraum hat und Verwesung bedingt, die wir jetzt etwas näher ins Auge zu fassen haben.

Als wichtigste Folgerung aus unseren Analysen müssen wir unbedingt die betrachten, dass die Körper bei der Humification kohlenstoffreicher werden. Wir haben es hier aber nicht mit einer absoluten Bereicherung an diesem Elemente, sondern im Gegentheil mit einem absoluten Verschwinden zu thun; indessen findet bei der Entmischung eine relative Zunahme an jenem Grundstoffe statt, indem nämlich mehr Sauerstoff und Wasserstoff austreten, als Kohlensfoff entführt wird. Saussure fand schon richtig, dass dieser Process nur bei einer gewissen Wärme und Feuchtigkeit stattfindet. Er[2]) hat ferner dargethan, dass

---

[1]) Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie. 6. Auflage, S. 467.

[2]) Chemische Untersuchungen über die Vegetation. Deutsch von Voigt. S. 135.

das Verschwinden des Kohlenstoffs auf einer Absorption von Sauerstoff aus der Atmosphäre beruht, der sich mit dem Kohlenstoff zu Kohlensäure verbindet, die dann frei wird. Er brachte 15,29 Grm. Sägespäne von Eichenholz, deren Feuchtigkeitsgehalt bestimmt war, nach dem Benetzen mit Wasser unter eine Glasglocke, die mit gewöhnlicher Luft angefüllt und durch Quecksilber abgesperrt war. Es fand sich nun nach 5 Wochen, dass 198 CC. Kohlensäure sich gebildet hatten, wofür ein gleiches Volum Sauerstoff verschwunden war, es konnte also der verschwundene Sauerstoff nur zur Oxydation des Kohlenstoffs des Holzes gedient haben.

Dieselben Sägespäne wurden nun unter sonst denselben Bedingungen wie unter der Glocke der freien Luft 3 Wochen ausgesetzt. In dieser Zeit hatte ein Gewichtsverlust von 0,796 Grm. stattgefunden, für den er, nach Massgabe der frei gewordenen Kohlensäure, 0,159 Grm. als Kohlenstoff, den Rest aber als Wasserstoff und Sauerstoff berechnet. Saussure fand nun auch in der That, dass das entstandene humusartige Product relativ reicher an Kohlenstoff geworden war. Von dem Material, das in der Natur vorzüglich zur Entstehung der Huminsäure und des Humins dient, ist vor Allem die Cellulose zu nennen, und wir haben an sie anzuknüpfen, da sie den grössten Theil der vegetabilischen Trockensubstanz ausmacht und da man ja künstlich aus ihr die Humuskörper darstellen kann. Stellen wir ihre procentische Zusammensetzung der der Huminsäure und des Humins gegenüber:

	Cellulose.	Huminsäure u. Humin.
C	44,444 Proc.	59,74 Proc.
H	6,173 »	4,48 »
O	49,383 »	35,78 »
	100,000 Proc.	100,00 Proc.

Wir sehen also, dass die Huminsäure und das Humin absolut ärmer an Wasserstoff und Sauerstoff sind als die Cellulose, welche beiden Elemente sicher in Form von Wasser austreten, da die Humuskörper sie, wie die Cellulose, in diesen Verhältnissen noch enthalten; wir sehen aber ferner, dass der Kohlenstoff bei der Huminsäure und dem Humin relativ, im Ver-

gleich zur Cellulose, sich vermehrt hat. Die folgende Gleichung wird den Bildungsprocess der Huminsäure und des Humins aus der Cellulose noch klarer machen:

$$13C_5 H_{10} O_5 + 10O = C_{60} H_{54} O_{27} + 5CO_2 + 38H_2O.$$

Ich glaube nun, dass ein Theil der Cellulose nach dem anderen direct in die Körper übergeführt wird, denen wir die Formel $C_{60} H_{54} O_{27}$ gegeben haben, und dass die Bildung der Huminsäure und des Humins gleichzeitig Hand in Hand fortschreitet. Der grössere Gehalt des jüngeren Torfes an Wasserstoff und Sauerstoff und der Mindergehalt an Kohlenstoff lässt sich so leicht erklären, indem noch nicht so viel Cellulose humificirt, also noch mehr Material vorhanden ist, das reicher an den Elementen des Wassers, aber ärmer an Kohlenstoff ist. Die immer, bei fortschreitender Zersetzung, dunkler werdende Farbe der Producte hat wohl darin ihren Grund, dass sich immer mehr Huminsäure und Humin bilden, denn im reinen Zustande hat die Säure ja, aus verschiedenen Substanzen dargestellt, immer eine ganz schwarze Farbe.

Diese Bildung von Huminsäure und Humin, die in gleicher Weise auf dem Moore wie in der Ackerkrume verläuft, müssen wir als das erste Stadium der Zersetzung ansehen. Es kann die relative Zunahme an Kohlenstoff nun weiter fortschreiten, indessen diese Processe, die dann endlich zur Bildung der Braunkohlen, der Steinkohlen und des Graphites führen, sind noch ganz in Dunkel gehüllt und ausserdem von keinem speciell agriculturchemischen Interesse. Wir wenden uns darum einer anderen Richtung der neuen Umlagerung der Atome zu, wie sie im Ackerboden stattfindet, und die den Zweck verfolgt, die Humusproducte dem schliesslichen Loose aller organischer Materie näher zu führen, d. h. dem Uebergange und Zerfalle in Kohlensäure und Wasser. Es entsteht nämlich durch Oxydation des Humins und der Huminsäure Apocrensäure und Crensäure. Wir sahen schon, dass die ersteren Humuskörper durch Salpetersäure in Apocrensäure übergehen, ob aber hier sowie im Boden auch zugleich Crensäure entsteht, ist noch nicht nachgewiesen. Die Möglichkeit des gleichzeitigen Entstehens der Crensäure liegt vor, da auch sie reicher an Sauerstoff als die Huminsäure

und das Humin ist, indessen da sie immer der Menge nach hinter der Apocrensäure zurücktritt und da man sie künstlich, durch die Wirkung reducirender Mittel auf die Apocrensäure, aus dieser dargestellt hat, so mag sie auch in der Natur durch Reduction aus der Apocrensäure gebildet werden. Wenn man die früher gegebenen Formeln der Huminsäure und des Humins mit denen der Apocrensäure und der Crensäure vergleicht, so erkennt man daraus, dass die beiden letzteren absolut reicher an Sauerstoff sind. Ob der geringere Gehalt an Kohlenstoff nur in der Steigerung des Sauerstoffgehaltes zu suchen ist, wodurch er dann natürlich procentisch deprimirt wird, oder ob eine weitere Entwickelung von Kohlensäure bei der Bildung der neuen Säuren stattfindet, ist nicht bekannt. Die Apocrensäure und Crensäure sind es nun, welche endlich, bei vollkommener Zersetzung, Kohlensäure, Wasser, resp. Ammoniak liefern, um die organische Materie wieder in das zu verwandeln, mit Hilfe dessen sie einst entstand. Der grosse Kreislauf schliesst sich so, um wieder aufs Neue zu beginnen.

II. Die landwirthschaftliche Bedeutung der natürlichen Humuskörper.

Es zeigt sich schon der oberflächlichen Betrachtung, dass der Boden, der die Ackererde bildet, kein Material ist, das aus einem einfachen Stoffe besteht.

Es handelt sich nicht darum, die chemischen Unterschiede ins Auge zu fassen, wohl aber die einzelnen Bodenglieder, welche wesentlich die physikalischen Eigenschaften der Böden modificiren. Jede Ackererde besteht zunächst aus der Feinerde, dem Medium, aus welchem die Wurzeln der Pflanzen ihre Nahrung schöpfen und das als der Träger so mancher wichtiger Functionen des Bodens, z. B. der Absorption, anzusehen ist,

aus dem Skelett, das besonders zur Lockerung dient und unbedingt zur normalen Ausbildung der Wurzeln erforderlich ist und aus der organischen Substanz oder dem Humus. Unsere Aufgabe soll es nunmehr sein, die Rolle zu schildern, die letzterer im Boden spielt, weiter aber müssen wir dann auch auf die Beziehungen eingehen, in denen er zur Vegetation steht.

Der Humusgehalt der Böden variirt ungemein, so dass eigentlich alle möglichen Procentsätze vorkommen können. Der Humusgehalt der russischen Schwarzerde beträgt 9—15 Proc., und selten wird er bei einer fruchtbaren Ackererde noch höher steigen. Die in Cultur stehenden Erden besitzen, mit Ausnahme der specifischen Humusböden, meist 2—5 Proc. Humus, auf leichten Sandböden sinkt die Menge aber auch bis $1/2$ Proc. und noch darunter. Es würde sehr wünschenswerth sein, wenn die Landwirthe und Agriculturchemiker sich über die Benennung der Böden nach dem Humusgehalte einigten, wie denn überhaupt eine derartige Vereinbarung in mancher anderen Beziehung anzustreben ist. Mir scheinen die neuesten Angaben Knop's[1]) dazu sehr geeignet, der folgende Kategorien unterscheidet und dem entsprechend die Benennungen giebt. Er bezeichnet

Böden	mit	0— 3	Proc.	Humusgehalt	als humusarme,
»	»	3— 5	»	»	» humushaltige,
»	»	5—10	»	»	» humose,
»	»	10—15	»	»	» humusreiche,
»	»	15	»	und darüber	» humusüberreiche.

Bei der Ermittelung des Humusgehaltes eines Bodens darf man sich nicht damit begnügen, einfach den Glühverlust in Rechnung zu bringen, da man so Zahlen erhalten würde, die ausser dem Humus auch noch das chemisch gebundene Wasser in sich einschliessen. Jetzt bestimmt man die Menge allgemein durch Ueberführung des Kohlenstoffs des Humus in Kohlensäure. Zur Oxydation dient ein Gemisch von saurem chromsaurem Kali, worauf man die Kohlensäure dann, nach dem Trocknen, im Liebig'schen Kaliapparate auffängt. E. Wolff[2]) nimmt an,

[1]) Die Bonitirung der Ackererde, 1871, S. 67.

[2]) Anleitung zur chemischen Untersuchung landwirthschaftlich wichtiger Stoffe, 1867, S. 32.

dass die Humuskörper im Durchschnitt 58 Proc. Kohlenstoff enthalten und multiplicirt daher die in Zahlen ausgedrückte Kohlenstoffmenge, die er aus der Kohlensäure, welche sich bei der Analyse ergiebt, berechnet, mit dem Factor 1,724, um die Humusmenge zu finden. Nach unseren Bestimmungen dürfte es wohl besser sein, bei einem Boden, dessen organische Substanz gut humificirt ist, 60 Proc. Kohlenstoff im Humus anzunehmen, woraus sich die Zahl 1,667 dann als Multiplicator ergeben würde.

Nicht nur die Quantität des Humus im Boden, sondern auch die Qualität veranlasst besondere Benennungen der Humusarten und der sie enthaltenden Erden. Allerdings ruhen diese letzteren Benennungen auf keiner streng wissenschaftlichen Grundlage, sie sind vielmehr der Ausdruck einer langjährigen Erfahrung, man darf ihnen aber darum eine gewisse Berechtigung nicht absprechen, da sie in mancher Hinsicht einen Schluss auf die Vegetation des Bodens gestatten.

Mild nennt man den Humus in den gewöhnlichen fruchtbaren Ackererden, in denen er gut vertheilt sich findet und eine verhältnissmässig grosse Löslichkeit besitzt, die aber keine saure Reaction des Bodens bewirkt, indem genügend Basen zur Neutralisation vorhanden sein müssen. Der rohe Humus ist dagegen ein solcher, der noch nicht den gehörigen Grad der Zersetzung erlitten hat. Man sagt gewöhnlich, ein Boden besitze einen sauren Charakter, wenn sich stehende Nässe auf demselben findet, und sucht diesen Ausspruch durch den Hinweis auf den grossen Humusreichthum, der allerdings oft Hand in Hand mit jener Erscheinung geht, zu begründen. Keineswegs treffen beide Momente aber stets zusammen, es giebt vielmehr humusüberreiche Böden, die keine Spur von Säure zeigen, dagegen aber auch z. B. Sandböden, die sauer reagiren. Zur Ermittelung dieser Verhältnisse ist das Lackmuspapier sehr zu empfehlen. Weiter wird sich bei genauerer Analyse stets ein geringer Kalkgehalt, oder besser überhaupt ein geringer Gehalt an Basen zeigen. Die Erscheinung der sauren Reaction eines Bodens hängt eben aufs Innigste mit dem Zurücktreten des Gehaltes an Metallsalzen zusammen, da diese, wenn sie in reichlicherer Quan-

tität auftreten, die Säure neutralisiren. Endlich haben wir noch vom verkohlten Humus zu reden. Es muss besonders dabei hervorgehoben werden, dass man nicht etwa ein Material mit diesem Namen belegt, das durch Feuer, d. h. durch theilweise Verbrennung, kohlenstoffreicher geworden ist, sondern rein physikalische Ursachen sind hier bedingend. Wenn der Humus austrocknet, so schrumpft er sehr zusammen, nimmt dabei eine dunklere Farbe an und büsst seine Löslichkeit in sehr hohem Grade ein, die er dann auch nach dem Befeuchten nicht wieder gewinnt. Diese Substanz, die so nicht sehr gleichmässig vertheilt, sondern mehr in Klumpen erscheint, nennt man verkohlten Humus. Alle diese Unterschiede, die übrigens nie eine besondere Bedeutung erlangt haben, sind vorzüglich von Schübler[1]) eingeführt worden.

Die Löslichkeit der rein dargestellten Huminsäure ist sehr gering, während die Quellsäure und die Quellsatzsäure etwas leichter im Wasser sich lösen. Hier haben wir es indessen nicht mit den einzelnen Bestandtheilen des Humus zu thun, sondern wir müssen ihn als Ganzes ins Auge fassen. Jene Haiderde mit 23,01 Proc. Glühverlust diente mir als Material zur Bestimmung der Löslichkeit des sich darin befindenden Humus und der leicht löslichen Mineralstoffe. Zunächst wurden 250 Grm. der Erde mit 500 CC. Wasser gekocht, dann filtrirt und das Filtrat erst in der Porzellanschale, dann in einer Platinschale eingedunstet und bei 120° C. getrocknet. Es ergab sich nun, dass in der Flüssigkeit sich gelöst hatten 0,305 Grm. organische Substanz und 0,117 Grm. Mineralstoffe.

Ferner wurden 250 Grm. Haiderde bei gewöhnlicher Temperatur mit 500 CC. Wasser 24 Stunden hingestellt, dann abfiltrirt und das Filtrat wie zuvor behandelt. Es wurden nun wieder 500 CC. Wasser aufgegossen, um 24 St. mit der Erde in Berührung zu bleiben, dann fand aber wieder Filtration etc. statt, und so wurde die Operation dann noch 4 Mal wiederholt. Es fanden sich in den Filtraten:

---

[1]) Grundsätze der Agriculturchemie. 1838. Th. II, S. 38.

No.	Organische Substanz.	Mineralstoffe.
1	0,071 Grm.	0,069 Grm.
2	0,076 »	0,075 »
3	0,064 »	0,050 »
4	0,032 »	0,041 »
5	0,031 »	0,039 »
6	0,929 »	0,031 »

Wir sehen also, dass das heisse Wasser, wie zu erwarten war, mehr Humus als das kalte aufnimmt. Die Thatsache ferner, dass bei No. 1 so wenig im Vergleich mit No. 2, sich gelöst hat, ist dadurch zu erklären, dass von den 500 CC. Wasser eine gewisse Portion zur Befriedigung der wasserhaltenden Kraft der Haiderde diente, während die Erde sich bei Anstellung der weiteren Versuche schon mit Wasser gesättigt hatte.

Wenn so die eigentliche Bodenflüssigkeit unstreitig Humus enthält, und zwar im gelösten Zustande, so ist die Beobachtung auffällig, dass z. B. die Drainwässer, die Wässer der Bäche und Ströme oft so klar sind, also keine organische Substanz zu enthalten scheinen. In erster Linie ist hier zu bemerken, dass man oft geglaubt hat, in sehr klaren Wässern keine organischen Stoffe voraussetzen zu dürfen, indessen die Sache kann nur befriedigend durch sehr genaue Wasseranalysen entschieden werden. In dieser Richtung hat besonders Stolba[1] in Prag in neuester Zeit den Gegenstand in die Hand genommen und fand constant ein Minus von Säure, wenn er aus der Summe der durch die Analyse gefundenen Basen, die Menge Säure berechnete, welche jene zur Neutralisation bedurften und diese Quantität dann mit dem Säurequantum verglich, welches die Untersuchung ergeben hatte. Er zieht daraus den Schluss, dass sich in den klarsten Wässern eine sehr geringe Menge Humussäure befinde, die der Analyse entgeht. Es muss nun offenbar auffallen, dass man es hier mit so kleinen Mengen zu thun hat, während die Bodenflüssigkeit doch ziemlich reich daran ist, und ein grosser Theil alles Wassers doch den Boden passiren muss, bevor er in die Bäche und Flüsse gelangt. Diese Antinomie findet aber ihre Erklärung, wenn man sich daran erinnert, dass die poröse Masse

[1] Dingler's Polytechnisches Journal Bd. CXCVIII, Heft 2, S. 163.

des Bodens wie ein Kohlenfilter wirkt und organische Stoffe durch Flächenattraction zurückhält; weiter kommt aber noch ein sehr interessantes Moment in Betracht, das wir schon früher andeutungsweise berührten. Wir sahen, dass die Löslichkeit der Huminsäure wesentlich durch manche Salze beeinträchtigt wird, und hier sind wir nun im Stande die hohe Wichtigkeit dieser scheinbar so einfachen Thatsache zu verstehen. Der Weg, den das Wasser im Boden zurücklegt, um den Wasserläufen zuzuströmen, ist oft recht lang, die Flüssigkeit nimmt dabei immer mehr mineralische Stoffe auf, während die organischen Stoffe in ihr sich nicht vermehren, da die tieferen Schichten keinen Humus enthalten, dadurch aber wird nach und nach immer mehr verbrennliche Masse unlöslich, und diese Thatsache, verbunden mit der zuvor genannten, ruft eben die Klarheit so vieler Wässer hervor. Es ist dies eine Erscheinung, die uns zeigt, wie alles in der Natur zum Besten des Ganzen in einander greift, denn wenn der animalische Organismus sich auch wohl an die organische Substanz gewöhnen könnte, die er, wenn sie sich in reichlicherer Menge im Wasser befäırde, mit dem Trinkwasser in grösserer Quantität aufnehmen würde, so würde sie doch der Gesundheit nachtheilig sein, da sie manchen niederen Organismen eine günstige Vegetationsbedingung sein würde und so Veranlassung oder Vorschub für manche epidemische Krankheiten leisten könnte. Nicht sind also die mitgetheilten Erscheinungen nur von speciell landwirthschaftlichem Interesse, sondern ihre Bedeutung erstreckt sich auf den ganzen Haushalt der Natur. Wir werden dies von noch manchen anderen Verhältnissen aussagen dürfen, die wir bei der Betrachtung der Functionen der natürlichen Humuskörper des Bodens zu berücksichtigen haben, und zwar schon jetzt, wo wir zunächst die Bodenwärme ins Auge fassen wollen.

Wir wissen, dass das günstige Gedeihen der Vegetation nicht nur von einer gewissen Lufttemperatur abhängig ist, sondern dass auch die Bodenwärme in dieser Richtung ein wichtiger Factor ist. Darum werden Gemengtheile des Bodens, welche jene erhöhen, unbedingt indirect dem Pflanzenwachsthum förderlich sein, und gerade der Humus ist nun eine solche Substanz.

Die humificirten organischen Materien des Bodens besitzen meist eine dunkle Farbe, je mehr sich diese aber dem Schwarz nähert, um so besser werden, analog den Lichtstrahlen, auch die Wärmestrahlen absorbirt und um so weniger werden sie reflectirt, so dass also ein dunkel gefärbter Körper sich besser als ein hellgefärbter erwärmt. Schübler[1]) hat dies experimentell dargegethan, indem er verschiedene Substanzen in Kästen von 4 Quadratzoll Oberfläche brachte und sie nun gleichzeitig den Sonnenstrahlen aussetzte, nachdem ein Theil mit Magnesia, ein anderer mit Kienruss bestreut war, und fand dabei, dass letztere sich viel höher in gleicher Zeit erwärmten. Er stellte die Resultate in folgender Tabelle zusammen:

Erdarten.	Erwärmung bis Grad R. bei weisser Oberfläche.	bei schwarzer Oberfläche.
Quarzsand	34,6	40,7
Kalksand	34,6	40,9
Gyps	34,8	41,0
Lettenartiger Thon . . .	33,9	39,8
Lehmartiger » . . .	33,7	39,6
Klayartiger » . . .	33,5	39,3
Feiner bläulichgrauer Thon	33,0	39,1
Kalkerde	34,3	40,4
Bittererde	34,1	39,7
Humus	34,0	39,5
Gartenerde	33,9	40,2
Ackererde	33,6	40,0
Schieferiger Mergel . . .	33,9	40,6.

Die Erscheinungen werden aber nun dadurch complicirter, dass der Humus eine grosse wasserhaltende Kraft besitzt, welcher Umstand der besseren Erwärmung entgegensteht, indem eine gewisse Wärmemenge, die ein humusreicherer Boden, der also darum auch eine grössere Menge Feuchtigkeit festhält, aufnimmt, zunächst latent wird, um Wasser in Wasserdampf zu verwandeln. Dennoch werden in einem rationell behandelten Ackerboden jene beiden Eigenthümlichkeiten des Humus sich nicht

[1] Grundsätze der Agriculturchemie. 1838. Th. II, S. 93.

feindlich gegenüberstehen, sondern das Wasser wird einen derartigen Abfluss haben, dass die durch den Gehalt an dunkler, organischer Substanz erhöhte Erwärmungsfähigkeit dennoch zur Geltung kommt.

Noch ein zweites Moment aber ist es, durch welches die Erwärmungsfähigkeit humushaltiger Böden deprimirt wird, nämlich die hohe specifische Wärme des Humus. Es ist dies bekanntlich die Wärmemenge, die erforderlich ist, um die Gewichtseinheit der Körper um einen Grad C. zu erwärmen. Die verschiedenen Substanzen bedürfen nun sehr verschiedener Wärmemengen, um diesen Effect hervorzurufen. Pfoundlers[1]) fand nun bei der Untersuchung einiger Erden, dass die Wärmecapacität des Humus eine grosse ist, wie folgende Tabelle zeigt. Die specifische Wärme des Wassers ist dabei = 1 gesetzt, um vergleichbare Zahlen zu erhalten. Die Erden waren bei 100° C. getrocknet.

Name der Erden.	Specifische Wärme.
Humusfreier Flugsand	0,1912
» Alluvialsand	0,2140
Quarzsandige Wiesenmoorerde . .	0,2507
Fruchtbare Weizenerde	0,2847
Leichte humose Erde	0,4149
Torf	0,5079.

Je grösser die specifische Wärme eines Körpers ist, um so langsamer wird er sich erwärmen, setzen wir also z. B. jenen humusfreien Flugsand und den Torf gleichen Wärmestrahlen aus, so wird sich letzterer weit langsamer auf dieselbe Temperatur bringen lassen als ersterer. Mischen wir den Flugsand aber sehr innig mit wenig Torf, so wird die Erwärmungsfähigkeit nicht in dem Masse deprimirt werden, wie es der Wärmecapacität des Torfquantums entspricht, denn hier kommt die Färbung des Bodens mit ins Spiel, die schon durch geringe Mengen Humus sehr intensiv dunkel wird, wodurch dann aber eine grosse Absorptionsfähigkeit für Wärmestrahlen bedingt ist. Die specifische Wärme haftet also an der Substanz, die Wärmeabsorption an

---

[1]) Knop, die Bonitirung der Ackererde. 1871. S. 27.

der Farbe der Körper, und es kommt nun eben darauf an, dass sich ein gewisses günstiges Verhältniss herstellt, wie es sich z. B. vielleicht in dem fruchtbaren Weizenboden vorfinden mag. Ein entschiedener Vortheil liegt aber, durch die hohe specifische Wärme des Humus, für einen humosen Boden darin, dass er sich langsam abkühlt, also die einmal gesammelte Wärme nicht leicht wieder hergiebt, indem Materien von grosser Wärmecapacität naturgemäss schwieriger erkalten. Wir deuteten schon zuvor die Beziehungen des Humus zum Wasser an, die wir nunmehr genauer zu verfolgen haben.

Unsere Atmosphäre enthält stets ein gewisses Quantum Wasserdampf. Wenn man kohlensaures Kali an der Luft liegen lässt, so zerfliesst es nach und nach, indem es eben Wasser aus ihr anzieht, und ganz ähnlich, wenn auch nicht so kräftig, wirkt nun auch der Humus.

Dr. Biedermann, der neuerdings eine Arbeit über Bodenabsorption machte, hat bei Gelegenheit der Mittheilung seiner Resultate[1]) schon darauf aufmerksam gemacht, dass ein Boden, der humusreich ist, auch in den meisten Fällen viel hygroskopisches Wasser enthält, und zwar beträgt die Menge des letzteren meist ebenso viel, wie sich organische Substanz in der Erde findet, so dass z. B. ein Boden von 3,23 Proc. Humusgehalt 3,35 Proc. Feuchtigkeit beim Trocknen bei 100° C. verliert, einer von 5,98 Proc. Humusgehalt dagegen 6,01 Proc. Es lässt sich diese Thatsache leicht verstehen, denn ein humusreicherer Boden wird, da eben der Humus in der Erde das Element ist, welches am hygroskopischsten wirkt, mehr Feuchtigkeit aus der Atmosphäre anziehen, als dies ein Boden vermag, der arm an verbrennlicher Materie ist.

Aber nicht nur im gasförmigen Zustande wird das Wasser leicht vom Humus aufgenommen, sondern auch für tropfbarflüssiges besitzt er eine grosse Anziehungskraft. Wenn der Regen den Boden durchnässt, so bewirkt ein grosser Humusgehalt stets ein längeres Verweilen des Wassers in den oberen Schichten des Erdreichs, während es an Orten, wo die organische Substanz

[1]) Landw. Versuchs-Stat. Bd. XI (1869), S. 74.

der Quantität nach sehr zurücktritt, schneller den Wasserläufen zugeführt wird. Der Humus hält das Wasser sehr, vermöge seiner Porosität, zurück, und darum spricht man von der grossen wasserhaltenden Kraft des Humus.

Ich habe mir verschiedene Gemische aus reinem Quarzsande und dem Torfe No. 3 dargestellt, diese auf Glastrichter gebracht, mit Wasser begossen, um dann, nachdem das überschüssige Wasser abgelaufen war, die wasserhaltende Kraft der Gemische zu bestimmen, wobei sich auch zeigte, dass diese Kraft mit dem Humusgehalte zunimmt.

Die folgende Tabelle giebt die Resultate der Versuche.

No.	Bestandtheile der Gemische.				Von den Gemischen aufgenommenes Wasserquantum.	Wasserhaltende Kraft der Gemische, Sand=1.
	Sand.		Torf.			
	Proc.	Grm.	Proc.	Grm.	Grm.	Grm.
1	100	50	—	—	12,2	1,00
2	80	40	20	10	24,0	1,97
3	60	30	40	20	42,0	3,50
4	40	20	60	30	71,7	5,88
5	20	10	80	40	99,1	8,12
6	—	—	100	50	114,4	9,38

In innigster Beziehung zu der grossen wasserhaltenden Kraft des Humus steht ferner sein Verhalten beim Austrocknen. Es ist klar, dass ein Boden, der das Wasser lange festhält, auch seine Kraft beim Verdunsten in der Weise äussern wird, so dass also eine humusreiche Erde weit weniger an Trockenheit Noth leiden wird, als dies bei einem Boden der Fall ist, der arm an organischen Substanzen ist. Ueber diese Verhältnisse theilt Schübler[1]) einige Versuche mit.

Jene Schwierigkeit, die uns früher begegnet war, als es darauf ankam, das Ammoniak von dem Humus zu trennen, giebt uns einen Fingerzeig, um eine neue wichtige physikalische Eigenschaft der Substanzen näher zu betrachten. Im Boden finden sich stets stickstoffhaltige organische Materien, die allerdings nicht immer in dem einmal angenommenen Zustande verharren,

[1]) Grundsätze der Agriculturchemie, S. 79.

sondern nach und nach sich zersetzen, bei welchem Processe besonders auch Ammoniak sich bildet. Diese Verbindung ist nun gerade für die Vegetation von grosser Bedeutung, indem sie ja eine der vorzüglichsten Quellen des vegetabilischen stickstoffhaltigen Baumaterials darstellt. Wenn der Regen nun aber den Boden durchnässt und das Wasser dann wieder abfliesst, so sollte man denken, dass manche Stoffe und gerade auch das so leicht lösliche Ammoniak aufgenommen würden, wodurch dem Boden dann natürlich eine grosse Menge an Pflanzennährstoffen verloren ginge; demungeachtet findet man aber in den Drain- und Flusswässern nur Spuren von Ammoniak.

Schon früher hatten wir Gelegenheit die Wichtigkeit der Vorgänge darzulegen, die eben das Verweilen der Nährstoffe im Boden bedingen, und hier mögen nun einige speciellere Bemerkungen über die Absorptionsfähigkeit des Humus für gasförmiges Ammoniak folgen, die sich nach physikalischen Principien erklären lassen.

Wenn Wasserstoff durch Platinschwamm streicht, so verdichtet er sich so stark darin, findet andererseits aber auch so viel verdichteten Sauerstoff darin vor, dass sich, nachdem das Platin ins Glühen gekommen ist, das Gasgemenge entzündet. Aehnliches, wenn auch nicht in so starkem Masse, findet nun auch im Humus statt, wenn Ammoniakgas darüber streicht, so dass man also schon a priori wie beim Platin auf eine Absorption des Ammoniaks durch den Humus schliessen darf.

Ich habe nun versucht, diese Voraussetzung experimentell zu beweisen, indem ich mittelst eines Aspirators zunächst Luft durch käufliche Ammoniakflüssigkeit streichen liess; darauf passirte sie eine 61 Cm. lange Verbrennungsröhre, in der sich die zu prüfenden Gemenge befanden, um endlich dann von Schwefelsäure in einem Kolben, der mit der Glasröhre durch ein Glasrohr verbunden war, aufgenommen zu werden. Das Gemenge wurde hergestellt, indem der Torf No. 3 lufttrocken mit Sand in verschiedenen Verhältnissen gemischt wurde. Das Luftquantum, das durchgeleitet wurde, betrug bei jedem Versuche 30 Liter, die den Apparat in 15 Stunden passirten. Dies Verhältniss lässt sich nach einigen Vorversuchen durch Beobachtung

der Hahnstellungen des Aspirators leicht immer wieder herstellen und reguliren. An Ammoniakflüssigkeit benutzte ich stets 100 CC. Die Schwefelsäure enthielt in 1 CC. 1,476 Grm. SO_3. Von dieser Schwefelsäure wurden 10 CC. mit 90 CC. Wasser gemischt und dann in den Kolben gebracht, nach Beendigung des Versuches aber 50 CC. dieser Flüssigkeit bis 250 CC. aufgefüllt, um dann 50 CC. davon, die also 1 CC. Schwefelsäure enthielten, zu bestimmen. Da die Ammoniakflüssigkeit bei allen Versuchen gleich viel betrug, so musste die durchstreichende Luft auch stets ein gleich grosses Quantum Ammoniak aufnehmen; wenn sich demnach keine Substanz in der Verbrennungsröhre befand, so nahm die Schwefelsäure alles Ammoniak auf. Strich die Luft über Sand, so wurde wenig, strich sie über ein Gemenge von viel Sand und wenig Torf, so wurde mehr, strich sie über reinen Torf, so wurde am meisten Ammoniak absorbirt, es konnte demnach weniger Schwefelsäure in den letzten Fällen neutralisirt werden, als dies bei Abwesenheit der Gemenge der Fall war. Eine Natronlauge diente nun dazu, um den jedesmaligen Schwefelsäuregehalt festzustellen, wobei die bekannte Titrirmethode mit Lackmustinctur benutzt wurde. Jene 50 CC. mit 1 CC. SO_3 bedurften zur Neutralisation 20,15 CC. Natronlauge, während 14,40 CC. genügten, wenn sich keine Substanz in der Röhre befand, aber ammoniakhaltige Luft durchstrich. Je mehr Torf der Mischung nun zugesetzt wurde, desto mehr Ammoniak absorbirte sie, je weniger Natronlauge aber genügte, um die Neutralisation zu bewirken, desto mehr musste das Gemisch an Sand enthalten haben, so dass also das benutzte Quantum Natronlauge einen Massstab für die Ammoniakabsorption darbot.

Folgende Tabelle giebt die Resultate der Untersuchungen, es muss nur noch bemerkt werden, dass ja immer nur $^1/_{10}$ der Schwefelsäure zum Titriren benutzt wurde, in der That demnach zehnmal mehr Ammoniak in Rechnung zu bringen ist.

No.	Bestandtheile der Gemische.				Zur Neutralisation benutzte Mengen Natronlauge in CC.
	Sand.		Torf.		
	Proc.	Grm.	Proc.	Grm.	
1	100	50	—	—	14,7
2	90	45	10	5	15,0
3	80	40	20	10	15,4
4	70	35	30	15	16,5
5	60	30	40	20	17,6
6	50	25	50	25	17,9
7	40	20	60	30	18,1
8	30	15	70	35	18,4
9	20	10	80	40	18,7
10	10	5	90	45	19,2
11	—	—	100	50	19,9

Die Thatsache der grossen wasserhaltenden Kraft des humusreichen Bodens giebt uns nun ferner Veranlassung zu einer weiteren Betrachtung über die durch den Humus bedingten Absorptionserscheinungen. Das Wasser löst z. B. von den Düngemitteln leicht Stoffe auf, die nun, ist der Boden humusreich, mit dem Wasser länger in der Ackerkrume verweilen, als wenn die organische Substanz fehlte.

Diese wieder auf Flächenattraction beruhende physikalische Absorption ist sicher oft von Nutzen, das wichtigste Moment ist aber offenbar darin zu suchen, dass so den wasserhaltigen Silicaten oder Zeolithen und Carbonaten etc. Zeit gegeben wird, ihre chemische Thätigkeit zu äussern und eine kräftige chemische Absorption herbeizuführen.

Gehen wir aber nun dazu über, auch die chemischen Functionen des Humus in der Ackerkrume etwas näher ins Auge zu fassen.

Die atmosphärische Luft, die unseren Erdball aller Orten umgiebt, besteht rund aus 80 V.-Th. N und 20 V.-Th. O, während ihr CO_2-Gehalt verschwindend klein ist, indem 10,000 Th. Luft nur 4—5 Th. CO_2 enthalten. Auffallend muss es darum sein, wenn Liebig[1]) Analysen von Boussingault anführt, die letzterer Chemiker mit Luft aus Ackererden angestellt

[1]) Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur u. Physiologie. 1865. S. 35.

hat und welche beweisen, dass hier die CO_2 sich in viel reichlicheren Quantitäten findet. Boussingault fand z. B. in 10,000 Theilen der Luft aus:

Sandboden (frisch gedüngt) . .	217 Th.	CO_2.
» (kurz nach Regen) .	974 »	»
Muschelkalkboden	87 »	»
Schwerem Thonboden	66 »	»

Diese Erscheinung ist aber leicht zu verstehen, wenn wir uns daran erinnern, dass der Boden organische Substanzen enthält, die in Humus übergehen, oder auch Humus, der sich zersetzt und dabei besonders auch CO_2 liefert. Diese Kohlensäure, die sich nun im ganzen Erdreiche vertheilt, ist von grosser Bedeutung für die Vegetation, indem sie lösend auf viele Gesteine einwirkt. Besonders sind es die Silicate zunächst, die durch sie angegriffen werden, wie z. B. der Orthoklas, der dann kieselsaure Thonerde, Kieselsäure, die zum Theil im Hydratzustande sich löst und kohlensaures Kali liefert. Weit leichter zersetzbar sind nun, weil sie weniger Kieselsäure, aber dafür Wasser enthalten, die Zeolithe, wie Natrolith, Skolexit, Desmin, Stilbit etc.

Ferner werden, ausser manchen anderen Gesteinen, auch die dreibasischen Phosphate, die im Boden entstehen, wenn man ihn mit Superphosphaten düngt, gelöst, so dass also den Wurzeln auf diese Weise manche nothwendige Mineralstoffe zugeführt werden, seien diese nun im Boden Bestandtheile der ursprünglichen Gesteine gewesen, oder in diese durch Absorption eingetreten. Auf sehr vielen Böden kann gerade dieser Verhältnisse wegen der Stalldünger ungemein vortheilhaft wirken, indem er und der aus ihm entstehende Humus sich zersetzen und Kohlensäure liefern.

Nicht nur findet sich aber Humus im Boden, der entweder aus Humin oder den Säuren besteht, sondern selten fehlende Bestandtheile sind auch die Salze. Wir dürfen sicher mit Recht behaupten, dass es besonders Kalksalze der Huminsäure sind, die sich in der Ackererde vorfinden, da die Bestandtheile dieses Körpers am meisten verbreitet sind. Wenn man, wie schon früher bemerkt wurde, dies Kalkammoniak-Doppelsalz mit überschüssigem kohlensaurem Ammoniak behandelt, so zersetzt es

sich leicht und es entsteht kohlensaurer Kalk und huminsaures Ammoniak. Kommt letzteres aber wieder mit grösseren Mengen der Lösung eines Kalksalzes zusammen, so wird das huminsaure Kalkammoniak wieder gefällt. Diese Processe finden sich nun auch unzweifelhaft im Boden vor, so dass also ein eigenthümlicher, wechselseitiger Umsatz stattfindet, dessen Resultat von der Menge der dabei sich betheiligenden Substanzen in erster Linie abhängig ist. Ferner aber muss uns das Doppelsalz noch darum besonders interessiren, weil seine Bildung eine wahre chemische Absorption des Ammoniaks durch den Humus einschliesst, so dass er also in dieser Richtung nicht nur einen physikalischen Einfluss äussert.

Durch alle diese chemischen und physikalischen Eigenschaften wird der Humus nun zu einem der wichtigsten Bestandtheile des Bodens. Durch sie erscheint er als Compensator der Extreme, die durch das Vorwalten des einen oder des anderen Gemengtheiles der Ackererde herbeigeführt werden. Wie wir wissen, verdankt der Sandboden seine in mancher Beziehung der Vegetation nachtheilige Beschaffenheit der grossen Lockerheit, die er besitzt, während auf der anderen Seite ein reiner Thonboden sich als zu bündig und fest erweist. Der Sandboden besitzt eine sehr geringe wasserhaltende Kraft, er trocknet so leicht aus, der Thonboden dagegen lässt eine viel grössere wasserhaltende Kraft an sich erkennen, womit manche Nachtheile im innigsten Zusammenhange stehen. Sehr oft, bei irgend grösserer Nässe hält er das Wasser so fest, dass das dadurch herbeigeführte Uebermass an Feuchtigkeit den Pflanzen schädlich ist. Weiter erwärmt er sich schwer, in ihm finden keine lebhaften chemischen Processe statt, seine Bündigkeit erschwert die Bearbeitung sehr etc. Der Humus besitzt allerdings auch grosse wasserhaltende Kraft, aber er ist ja eine sehr lockere Substanz, und darin liegt eben die Ursache seiner günstigen Wirkung beim Einmischen in den Thonboden, indem er wesentlich zur Lockerung desselben beiträgt. Der Sandboden wird nun aber natürlich durch die Zufuhr eines stark wasserhaltenden Körpers sehr verbessert. Mehr Feuchtigkeit wird dann von ihm aufgenommen und festgehalten, er wird bündiger, und die Beschaffenheit, die

er durch Beimischung organischer Materien annimmt, wird so der Vegetation vortheilhafter. Keineswegs darf man indessen annehmen, dass beliebige Quantitäten Humus sich im Boden vorfinden dürfen, im Gegentheil wirkt ein Uebermass schädlich, und wir haben nunmehr die Gründe darzulegen, die eine solche Anschauung rechtfertigen.

Ein Humusgesalt von 20 Proc. kann sicher schon unter manchen Verhältnissen eine für die Vegetation nachtheilige Bodenmischung erzeugen, indem die grosse wasserhaltende Kraft des Humus die Ackerkrume zu lange der Nässe aussetzt, so dass wir also sehen, wie nur eine gewisse Menge von organischer Substanz im Boden vortheilhaft, ein Uebermass dagegen sehr nachtheilig wirkt. Keine unserer Culturpflanzen kann sehr grosse Nässe vertragen, da dann Fäulnissprocesse im Boden stattfinden, welche die Wurzeln desorganisiren und so den Tod der Gewächse herbeiführen. Wir sehen allerdings, dass in Sümpfen, deren Boden sehr viel organische Materie enthält, die Vegetation oft eine sehr üppige ist, indessen es finden sich hier immer nur gewisse Gewächse, die eben solche Oertlichkeiten lieben, als z. B. Eriophorum angustifolium, E. latifolium, Carex vulpina, C. muricata, Juncus supinus, Scirpus compressus etc. Manche dieser Pflanzen sind sehr reich an Kieselsäure, und Liebig hat schon auf einen Zusammenhang dieser Thatsache mit dem grossen Humusgehalt des Bodens hingewiesen. Wenn man eine Lösung von kieselsaurem Kali mit Huminsäure zusammenbringt, so färbt sich die Flüssigkeit beim längeren Stehen immer dunkler, und zwar mag die Erscheinung darin ihre Ursache haben, dass die Huminsäure Kohlensäure bildet, die das Salz dann zerlegt, so dass die Flüssigkeit gelöste Kieselsäure neben kohlensaurem und kieselsaurem Kali enthält. Wir wissen ja auch, dass in Sümpfen viel Kohlensäure erzeugt wird, die dann zersetzend auf die leichter zerlegbaren Silicate einwirkt, so dass den Pflanzen eine Nährstofflösung zu Gebote steht, die verhältnissmässig viel Kieselsäure enthält. Solche Grundstücke, die der Nässe mehr oder weniger ausgesetzt sind, werden meist als Wiesen benutzt, steigt der Humusgehalt aber zu sehr, so entstehen die sogenannten saueren Wiesen, die oft freie Säuren enthalten, so dass Lack-

muspapier darauf reagirt; oft enthalten sie aber auch keine Säure, die Vegetation zeichnet sich indessen durch reichlichen Kieselsäuregehalt aus, der aber das Futter nicht verbessert, da es für die Thiere unschmackhaft und zu hart ist.

Diesen nachtheiligen Einwirkungen der natürlichen Humuskörper schliesst sich nun noch eine weitere an, die auch auf einer chemischen Wirkung der organischen Substanz im Boden beruht. In jeder Ackererde findet sich eine gewisse Menge Eisen, und zwar wohl zunächst als Oxyd. Wenn nun dieser Körper und ferner auch der Humus in bedeutenderer Menge sich vorfinden, so kann unter bestimmten Verhältnissen letzterer sich auf Kosten des Eisenoxydes oxydiren. In den oberen Schichten der Ackerkrume wird dieser Process nur vor sich gehen, wenn sich in ihnen wenig Luft vorfindet, also z. B. auf sehr nassem Boden, in tieferen Schichten können diese Vorgänge sich nur zeigen, wenn sich dort Humus findet, endlich werden aber besonders Sumpfböden diese Erscheinungen aufzuweisen haben, da hier, wenn nur Eisenoxyd vorhanden ist, alle sonstigen Bedingungen sich vorfinden. Das Eisenoxyd wird also vom Humus zu Eisenoxydul reducirt, die Salze dieser Basis, von denen im Boden sich besonders das kohlensaure bildet, sind in kohlensäurehaltigem Wasser löslich, können also von den Pflanzen aufgenommen werden. Man hat indessen beobachtet, dass die Eisenoxydulsalze der Vegetation schädlich sind, und zwar mag der Grund vielleicht darin liegen, dass das Eisenoxydul grosse Affinität zum Sauerstoffe hat, so dass es den vegetabilischen Stoffen diesen entzieht, also desorganisirend wirkt, jedenfalls wissen wir aber, dass nachtheilige Folgen eintreten, wenn die Pflanzen Eisenoxydul aufgenommen haben.

Die Lösung des kohlensauren Eisenoxyduls wird im Boden stets eine Vertheilung zeigen, die der Höhe des Wasserstandes entspricht. In den oberen Regionen desselben findet nun die stärkste Erwärmung statt, die Kohlensäure und damit das Lösungsmittel verdunstet, so dass der Rückstand nun die Sandkörnchen unter einander zu einer sehr festen Masse verkittet, die dann den Abfluss des Wassers sehr erschwert, überhaupt sehr nachtheilige Wirkungen hervorrufen kann.

Um mich experimentell zu überzeugen, dass der Humus in der That im Stande sei, das Eisenoxyd zu reduciren, löste ich zunächst 0,304 Grm. Eisendraht in Schwefelsäure, kochte diese Lösung mit Zink, worauf sich zeigte, dass 83 CC. einer Lösung von übermangansaurem Kali erforderlich waren, um das gebildete Oxydul wieder in Oxyd überzuführen. Dann wurden 2 Gemische 6 Wochen in gut verschlossenen Flaschen hingestellt, die folgende Körper enthielten:

No. 1. 30 Grm. Torf No. 3 + 50 CC. einer Lösung von $Fe_2\ 3SO_4$ + 300 CC. H_2O + 30 Grm. KHO.

No. 2. 20 Grm. Torf No. 3 + 50 CC. einer Lösung von $Fe_2\ 3SO_4$ + 200 CC. H_2O + 20 Grm. KHO.

Nach Verlauf jener Zeit, in der die Oxydation des Humus, begünstigt durch das Kalihydrat, stattfand, wurden die Flaschen geöffnet, der Inhalt mit etwas Salzsäure angesäuert und nun schnell je 100 CC. abfiltrirt und mit der Lösung des übermangansauren Kalis titrirt, wobei besonders darauf geachtet wurde, dass die Luft möglichst wenig mit der eisenhaltigen Flüssigkeit in Berührung kam. Bei No. 1 bedurfte ich 14 CC. Chamäleonlösung, es war also eine Quantität Salz reducirt, die 0,050 Grm. Eisen entsprach, während 100 CC. der Lösung von No. 2 12 CC. zur Oxydation bedurften, also entsprechend 0,044 Grm. Eisen.

Die vorstehenden Bemerkungen werden genügen, um ein klares Bild von der Wirkung der natürlichen Humuskörper im Boden zu geben, und es handelt sich nun darum, festzustellen, ob jene Stoffe auch als (directe) Nahrungsmittel der Vegetation anzusehen sind.

Wir haben uns schon früher davon überzeugt, dass die Humuskörper bei ihrer vollkommenen Zersetzung Kohlensäure, Wasser und Ammoniak liefern. Diese 3 Materien können von den Wurzeln aufgenommen werden, aus welchem Grunde die letzten Zersetzungsproducte der organischen Substanzen im Boden unbedingt als vegetabilische Nährstoffe anzusehen sind. Es handelt sich aber nun weiter um die Frage: »Vermögen die Pflanzen den Humus als solchen aufzunehmen?« Der Gegenstand ist schon von Vielen bearbeitet worden, indessen zu einem befrie-

digenden Abschlusse ist die Sache darum nicht gebracht worden, so dass ich es mir besonders zur Aufgabe machen musste, Untersuchungen darüber anzustellen.

Wenn wir die historische Entwickelung der Humustheorie überblicken, so werden wir uns erinnern, dass besonders Saussure, Hartig, Johnsohn, Malaguti und Mulder die Behauptung aussprachen, der Humus könne im gelösten Zustande als solcher von den Pflanzen aufgenommen werden. Diese Ansicht hatten jene Forscher aus Versuchen gewonnen, bei deren Ausführung eine bestimmte Quantität eines Humuskörpers im Wasser gelöst wurde; darauf bildeten dann jene Lösungen Vegetationsmedien für Pflanzen, um endlich am Schlusse der Untersuchungen festzustellen, wie viel von der organischen Substanz der Auflösung verschwunden sei. Die Grösse der Differenz entsprach dann der von den Pflanzen aufgenommenen Humusquantität. Allerdings liegt die Möglichkeit der Humusaufnahme vor, denn jedes Extract aus einer Ackererde enthält humose, organische Stoffe, andererseits ist es aber auch möglich, dass die Humuskörper sich in der Lösung zersetzen, also in Kohlensäure etc. zerfallen, wodurch der Verlust auch herbeigeführt werden kann. Wir sehen demnach, dass die Methode, deren sich die genannten Experimentatoren bedienten, unzulässig ist, es ist die Humusaufnahme seitens der Pflanzen vielmehr nur dann als erwiesen anzusehen, wenn man die Humuskörper in dem Organismus nachgewiesen hat.

Es ist bereits nachgewiesen, dass die Vegetation, die mit Chlorophyll versehen ist, ihren ganzen Kohlenstoffbedarf unter Umständen aus der Atmosphäre zu entnehmen im Stande ist. Diese Thatsache sagt uns schon a priori, dass der Humus als directes Nahrungsmittel höchstens eine untergeordnete Rolle spielen wird, wenn wir aber uns weiter an die geringe Löslichkeit der organischen Substanz im Boden erinnern und wenn wir bedenken, dass sie in der Pflanze, wenn sie von dieser aufgenommen würde, in einen noch schwerer löslichen Zustand überginge, da alle Pflanzensäfte sauer reagiren, so muss jene Ansicht noch um so mehr befestigt werden; trotzdem liegt aber die Möglichkeit einer geringen Humusaufnahme noch vor.

Die Organe der Aufnahme der Bodenflüssigkeit sind die Wurzeln und zwar an diesen besonders die jüngeren Theile, also die Wurzelhaare, jenes charakteristische Gebilde des Epiblemas, und weiter die Wurzelschwämmchen, die saftreichen, parenchymatösen, papillösen Endigungen der Wurzelfasern. Diese Gebilde bestehen aus jugendlichen Zellen, so dass die Membrandiffusion, die als Folge der ungleichen Concentrationsverhältnisse der Bodenflüssigkeit und des Pflanzensaftes auftritt, den Uebergang der Nährstofflösung in den vegetabilischen Organismus vermittelt. Aus diesem Grunde erschien es mir zunächst erforderlich, das Verhalten der Humuskörper bei der Endosmose zu studiren.

Von einem Probirglase wurde zunächst der Boden abgesprengt und das andere Ende dann mittelst vegetabilischen Pergamentes verschlossen, welches letztere durch Siegellack ziemlich leicht zu befestigen war. Diese Vorrichtung wurde dann so in ein Becherglas gestellt, dass das verschlossene Ende nach unten gerichtet war, während der obere Theil in einen Retortenhalter eingeklemmt wurde, um den Pergamentverschluss beliebig hoch stellen zu können. In das Becherglas wurde nun zunächst Wasser gethan und in das Probirglas dagegen einmal eine Lösung von oxalsaurem Ammoniak, bei einem anderen Versuche eine von phosphorsaurem Natron, bei einem dritten Versuche eine von Chlorammonium; in jedem Falle wurde dann noch so viel einer Auflösung von Huminsäure oder von huminsaurem Ammoniak zugesetzt, dass die Flüssigkeit sehr intensiv gefärbt erscheint. Bei einer anderen Versuchsreihe wurde destillirtes Wasser in das Probirglas gebracht, die Lösungen jener Salze und der Humuskörper dagegen in das Becherglas. In jedem Falle wurden die Flüssigkeiten in beiden Gefässen auf gleiches Niveau gebracht und nun sich selbst überlassen.

Wenn 2 Flüssigkeiten von verschiedener Natur durch eine vegetabilische oder animalische Membran getrennt sind, so treten jene bekannten Diffusionserscheinungen ein, deren Auftreten auch hier kein Hinderniss entgegengesetzt war. Es strömte auch in der That von den Lösungen der Salze, wie leicht durch Reagentien nachzuweisen war, eine Quantität zu dem Wasser

über, indessen diffundirte in keinem Falle, selbst nicht in 72 Stunden, eine Spur der Humuskörper durch die Membran. Diese Versuche zeigen also, dass erstere absolute Colloidsubstanzen sind.

Um diese Thatsache noch weiter zu constatiren, legte ich Kartoffeln in Lösungen der Huminsäure und des huminsauren Ammoniaks, in denen sie 24 Stunden verharrten. Nach dieser Zeit wurden die Knollen mit Wasser abgewaschen und ein Stückchen der äusseren Korkschicht unter dem Miskroskope betrachtet, wobei sich zeigte, dass auch nicht die mindeste Spur der Humussubstanzen eingedrungen war. Endgültig konnte indessen die Frage nur entschieden werden, wenn nachgewiesen werden konnte, dass auch die lebende Pflanze keinen Humus aufnimmt. Zunächst liess ich Converva tenerrima einige Zeit in Huminsäurelösung vegetiren, die mikroskopische Untersuchung zeigte aber, dass keine Spur aufgenommen war. Aehnliches trat ein, als die Converve, bevor sie in die Humuslösung gebracht wurde, 3 Tage in der Finsterniss vegetirt hatte, wodurch die Stärke fast alle dem Stoffwechsel anheim gefallen war, so dass eine grössere Fähigkeit für die Aufnahme organischer Materien zu erwarten stand. Endlich habe ich auch noch zur Lösung der Frage Wasserculturversuche mit Hafer angestellt. Die Pflanzen wurden nach dem Keimen in die Lösungen gesetzt, die in 1250 CC. enthielten:

1 Grm. salpetersauren Kalk,
1/4 » phosphorsaures Kali,
1/4 » salpetersaures Kali,
1/4 » schwefelsaure Magnesia
und etwas phosphorsaures Eisenoxyd.

Nachdem die Haferpflanzen in diesen Nährstofflösungen 6 Wochen vegetirt hatten, wurden sie 24 Stunden in eine Lösung von Huminsäure gesetzt, dann herausgenommen, mit Wasser abgewaschen und die Wurzelspitzen sowie Theile des Epiblemas mikroskopisch untersucht. Auch hier war kein Humus aufgenommen worden.

Ich glaube somit die Behauptung aussprechen zu dürfen, dass keine unserer eine Zellenmembran besitzenden Pflanzen im

Stande ist, Humuskörper aufzunehmen, selbst solche Phanerogamen, die von organischen Substanzen leben, z. B. die Neottia nidus avis aus der Familie der Orchideen, und Cryptogamen, welche Zellmembranen besitzen, sich aber, wie z. B. die Pilze, wegen des Fehlens des Chlorophylls nicht von anorganischen Materien ernähren können, werden keine Humuskörper aufnehmen, sondern organische Stoffe, die durch Membranen diffundiren können. Ob Primordialzellen, also z. B. die Plasmodien der Myxomyceten oder die mit Cilien besetzten Schwärmzellen von Euglena viridis, im Stande sind, Humuslösungen aufzunehmen, habe ich leider nicht entscheiden können, da der ungünstigen kalten Witterung wegen mir keine Versuchsobjecte zu Gebote standen.

Wenngleich der Humus also von keiner unserer Culturpflanzen als solcher aufgenommen wird, so spielt er in anderer Hinsicht im Boden doch eine überaus wichtige Rolle.

III. Betrachtung der Mittel, die dem Landwirthe zu Gebote stehen, um den Humusgehalt des Bodens zu erhalten, zu erhöhen oder wirksamer zu machen.

Wenn unsere bisherigen Betrachtungen uns lehrten, dass der Humus ein so ausserordentlich wichtiger Bodenbestandtheil sei, so muss sich uns nun zum Schluss von selbst die Frage nach den Mitteln aufdrängen, die dem Landwirthe zu Gebote stehen, um den Humusgehalt des Bodens zu erhalten, zu erhöhen oder wirksamer zu machen. Wir müssen indessen gleich bemerken, dass derartige Fragen nur dann an uns herantreten können, wenn die Erhaltung oder Zufuhr von organischen Materien noch nützlich wirkt, da ja auf jedem Boden ein Punkt erreicht wird, bald früher, bald später, wo grössere Quantitäten verbrennlicher Substanzen schädlich wirken. Es wird nun am zweckmässigsten sein, wenn wir die Erhaltung und Erhöhung

des Humusgehaltes des Bodens hier mit einander betrachten, da es sich ja nicht um besondere Fälle, sondern vielmehr um allgemeine Principien handelt, welche die Vereinigung beider Fragen unter einen Gesichtspunkt sehr wohl zulassen.

Der Humusgehalt eines Bodens ist in keinem Falle eine constante Grösse, da die organischen Stoffe zersetzbar sind und die verschiedenen Bedingungen zum Zerfall, wie Wärme, Feuchtigkeit, Gegenwart von Sauerstoff, sich stets in gewisser Weise im Boden äussern. Haben wir also einen Acker, dem wir seine organischen Stoffe erhalten wollen, so müssen wir dafür sorgen, dass jene Einflüsse sich nicht zur unrechten Zeit geltend machen. Es kann häufig von Nutzen sein, dass wir die Zersetzung des Humus beschleunigen; wenn aber ein derartiges Bedürfniss nicht vorliegt, wenn überhaupt die Mittel, deren man sich zur Erhaltung des Humus bedient, sonst nicht nachtheilige Folgen haben, so darf man sie benutzen. Auf sehr schweren Thonböden kann die Brache selbst bei sehr intensiver Bewirthschaftung angezeigt sein, da es dem Landwirthe nur bei ihrer Ausführung möglich ist, dem Boden die erforderliche günstige physikalische Beschaffenheit zu geben. Dagegen schadet die Brache auf Sandböden wohl in allen Fällen (den absoluter Verwilderung durch Unkräuter ausgenommen) mehr als sie nützt, und der Grund liegt wenigstens zum Theil in der Zerstörung der gerade für solche Böden so hochwichtigen Humuskörper oder besser der organischen Substanzen, denn der wirkliche Humusgehalt kann durch Zersetzung der Pflanzenreste unter Umständen erhöht werden, während die organischen Stoffe, die sich überhaupt auf und in dem Boden befinden, bei einer rationellen Brache vermindert werden, indem sie sich zersetzen.

Bei einem gegebenen Boden, der des Humus sehr bedürftig ist, muss man sicher auch bei der Aufstellung der Fruchtfolge diesen Punkt mit berücksichtigen. Der Sandboden, der solche Ansprüche zunächst macht, giebt dem Landwirthe denn auch, vermöge seiner Natur, die Gelegenheit, zur Befriedigung derselben etwas zu thun. Wenn die meisten landwirthschaftlichen Culturpflanzen auf dem Sandboden nicht gut gedeihen, so macht hiervon die Lupine eine bemerkenswerthe Ausnahme, womit

indessen keineswegs gesagt sein soll, dass sie nicht einen besseren leichten Boden vorzieht. Wir wollen hier die Frage nicht entscheiden, ob es vortheilhafter sei, die Lupinen direct als Gründüngung zu benutzen, oder ob man sie verfüttern soll, um den Dünger zu benutzen; auf jeden Fall steht fest, dass die Benutzung der Lupinen unter gewissen Verhältnissen überaus vortheilhaft ist. Ich habe auf einem Gute in Lauenburg gesehen, dass der Roggen nach Lupinen fast noch einmal so langes Stroh und weit mehr Körner lieferte als der, welcher auf einem benachbarten ähnlichen Sandboden wuchs. Welche Ursachen bedingen denn aber die günstige Wirkung der Lupinen? Die Lupine ist eine Pflanze, welche viele Stamm- und Blattorgane entwickelt, wodurch sie den Boden vor dem Austrocknen schützt, sie producirt viel organische Substanz, die im Boden später humificirt wird, und der gebildete Humus äussert dann alle die wichtigen Functionen, als deren Träger wir ihn früher kennen lernten.

Ausser der Lupine hat man auch noch die Wicke, den Spörgel, den Buchweizen, den Raps, den Klee etc. zur Gründüngung vorgeschlagen, indessen alle diese Pflanzen stehen doch aus manchen Gründen der Lupine in dieser Hinsicht weit nach. Wohl aber ist es wahr, dass manche Culturpflanzen bei ihrem gewöhnlichen Anbau ähnliche Wirkungen äussern wie die Lupinen, wenngleich nicht in so ausgeprägter Weise. Hier ist natürlich vor Allem an den Klee zu erinnern, dessen Anbau oft den Humusgehalt des Bodens erhöht, indem auch er durch seine ausgebildeten Blattorgane viel Kohlensäure aufnimmt und diese dann benutzt, um nicht nur oberirdische Gebilde in reichlicher Quantität zu produciren, sondern um auch ein ausgebildetes Wurzelnetz zu erzeugen, das dem Boden verbleibt und humificirt wird.

Die alten Statiker und besonders T h a e r stützten ihre ganze praktische Ausführung des Ersatzes auf die Anschauung, dass man dem Boden so viel organische Stoffe wiedergeben müsse, als man ihm entnommen habe. Wenngleich diese Ansichten unserer jetzigen wissenschaftlichen Erkenntniss nicht mehr widerstehen können, so liegt doch ein gewisses berechtigtes Moment in ihnen. Durch eine derartige Handhabung des statischen Prin-

cips wurde dem Acker doch in vielen Fällen stets eine genügende Quantität Humus erhalten, der ja einer der wichtigsten Factoren der Fruchtbarkeit ist.

Der Landwirth muss ähnliche Grundsätze unter den meisten Umständen auch noch heute berücksichtigen, und sein genaues Augenmerk auf die Erhaltung der organischen Materien richten. Er muss sich bestreben, im Dünger alle Substanzen zu conserviren, die der Humification fähig sind, denn bei nachlässiger Behandlung des Stallmistes, finde eine solche im Stalle, auf der Dungstätte oder auf dem Felde statt, gehen grosse Mengen verbrennlicher Materien durch Zersetzung nutzlos verloren.

Zuweilen führt man dem Felde auch direct Humus, z. B. in Form von Torf, zu. So giebt Patzig[1]) an, dass er ihn, nachdem er vorher in Haufen mit Kalk gemischt längere Zeit gelegen hatte, mit Vortheil zum Ueberdünger von Saaten auf sandigen Höhen benutzt habe. Ich bin nicht im Stande, die Sache genauer zu beurtheilen, auf jeden Fall muss man die Kosten des Grabens und Anfahrens genau berücksichtigen, um zu erkennen, ob der Vortheil kein illusorischer sei. Unter Umständen kann der Torf und ähnliche Stoffe indessen beim Mangel an Streumaterial als solches benutzt werden, und wenn man ihn anwendet, so ist es vortheilhaft, Torf aus tieferen Schichten zu nehmen, da unsere Untersuchungen zeigten, dass dieser reicher an Mineralstoffen ist.

Es giebt nun allerdings Güter, z. B. in England und in Sachsen, die ganz oder doch fast ganz ohne Stalldünger bewirthschaftet werden, indessen man hat es auf solchen Besitzungen, wenn die Methode sich als zweckmässig erweist, eben mit ganz besonderen Verhältnissen zu thun, indem der Boden eine ausgezeichnete Beschaffenheit besitzen muss. Niemand sollte sich aber von der Neuheit solcher organisatorischer Ideen hinreissen lassen, sondern lieber länger beim Alten bleiben, als ohne gründliche Ueberlegung und Sachkenntniss das Neue einführen.

Zuweilen kann es aber nicht die Aufgabe sein, den Humusgehalt des Bodens zu erhalten oder zu erhöhen, sondern es ist

[1] Der praktische Oekonomieverwalter, 1867, S. 59.

vielleicht für lange Zeit genügend organische Materie vorhanden, sie soll aber kräftiger wirken. Eine derartige Wirkung erstreckt sich besonders auf den Einfluss, den die Kohlensäure, die bei der Zersetzung des Humus sich bildet, auf die Bodenbestandtheile ausübt, so dass es also in diesen Fällen besonders darauf ankommt, die Zersetzung zu beschleunigen. Als Mittel, die in dieser Weise wirken, sind besonders der Aetzkalk und der Mergel zu nennen. Petersen[1]) hat neuerdings experimentell gezeigt, dass eine humose Erde, wenn man sie mit kohlensaurem Kalke mischt und das Gemisch in eine Röhre bringt, um dann Luft darüber zu leiten, mehr Kohlensäure entwickelt, als wenn der kohlensaure Kalk fehlt. Es lässt sich diese Erscheinung durch die Affinität des Kalkes und des kohlensauren Kalkes zur Kohlensäure erklären, indem im letzten Falle sich zweifach kohlensaurer Kalk, oder eine Auflösung von kohlensaurem Kalke in kohlensäurehaltigem Wasser bildet.

Es sollte mich freuen, wenn meine Untersuchungen einiges Material zur besseren Kenntniss der natürlichen Humuskörper des Bodens geliefert hätten.

Leipzig, den 21. Juni 1871.

[1]) Landw. Versuchs-Stat. Bd. XIII (1870), S. 155.

VII. Untersuchung über die wasserhaltende Kraft der Böden und Bodenbestandtheile.

Von

Clemens Treutler, stud. agronom.

Wir kennen durch die Untersuchungen Schübler's und jüngerer Forscher die wasserhaltende Kraft verschiedener Aeckererden und ihrer Gemengtheile.

Es schien mir von Interesse zu sein, die Frage zu beantworten:

»Ob die wasserhaltende Kraft der Mischungen verschiedener Substanzen von bekannter wasserhaltender Kraft gleich der Summe der wasserhaltenden Kräfte der gemischten Substanzen sei, oder nicht.«

Zu dem Ende habe ich im Laufe dieses Sommers im landwirthschaftlich-chemischen Laboratorium der Universität Leipzig eine Reihe von Versuchen angestellt, deren Resultate ich im Nachfolgenden darlege.

Zu jedem Versuche wurden 50 Grm. der auf ihre wasserhaltende Kraft zu prüfenden Substanz verwendet. Diese Menge wurde mit 100 CC. Wasser auf einem Trichter übergossen, an dessen unterem Ende das nicht absorbirte Wasser durch ein schon vorher befeuchtetes kleines Filter wieder ablief. Die Dauer eines Versuches war 24 Stunden. Nur die Versuche, bei denen Magnesia in Anwendung kam, verlangten 150—300 CC. Wasser, und die Dauer des Versuchs steigerte sich auf 2—3 Tage.

Um eine bessere Uebersicht zu erlangen, habe ich die Resultate in eine Tabelle zusammengestellt, welche ich zunächst erklären will.

Die nachstehende Tabelle I zerfällt in drei Hauptrubriken. Die erste Rubrik mit der Ueberschrift »die wasserhaltende Kraft von je 50 Grm. folgender Substanzen betrug an CC.« giebt unter Columne *A* die Substanzen, welche ich meinen Versuchen zu

Grunde legte. Unter *B* stehen die Mengen von Wasser, welche jede dieser Substanzen, für sich allein geprüft, absorbirte. Die beiden folgenden Rubriken mit den Ueberschriften »Versuchsreihe I« und »Versuchsreihe II« geben jede unter *a* die Grösse und Art der Mischung, wie sie mit den Substanzen vorgenommen worden sind. Die Columnen *b* geben die Anzahl von CC. Wasser, welche diese Mischungen absorbirten, also um es hervorzuheben: die Grösse ihrer durch den Versuch bestimmten wasserhaltenden Kraft. Unter den Columnen *c* stehen nun die Mengen Wassers oder die Grössen der wasserhaltenden Kräfte, welche die Berechnung bei Zugrundlegung der wasserhaltenden Kräfte der einzelnen mitwirkenden Substanzen nach Mass der Menge ihrer Betheiligung am Versuche ergab. Dies sind also die wasserhaltenden Kräfte der Gemische, berechnet unter der Voraussetzung: dass die wasserhaltende Kraft derselben gleich der Summe der wasserhaltenden Kräfte der Mischungsbestandtheile sei. Die Columne *d* enthält die Grössen der Differenzen, welche sich zwischen Versuch und Rechnung herausstellten.

Die Berechnung der wasserhaltenden Kräfte der Mischungen, wie sie in den Columnen *c* angegeben ist, fand folgendermassen statt.

Die wasserhaltenden Kräfte von 50 Grm. der den Versuchen zu Grunde gelegten Substanzen (Rubrik 1) wurden auf 10 Grm. Substanz berechnet, und je nach der Menge der Betheiligung einer jeden von den zu einem Versuche in Anwendung gebrachten zwei Substanzen wurde die wasserhaltende Kraft von 10 Grm. der fraglichen Substanz mit 2, 3 oder 4 multiplicirt. Die so erhaltenen wasserhaltenden Kräfte der Mengen, die von zwei Substanzen in Anwendung kamen, wurden addirt, und die Summe gab die berechnete wasserhaltende Kraft des Gemisches, welche unter Columnen *c* angeführt ist.

Tabelle I.

Die wasserhaltende Kraft von je 50 Grm. folgender Substanzen betrug an CC.:		Versuchsreihe I.				Versuchsreihe II.			
A.	*B.*	*a.*	*b.*	*c.*	*d.*	*a.*	*b.*	*c.*	*d.*
Feinerde . . .	34,2	40 Grm. Feinerde + 10 Grm. Aetzkalk	44,0	39,56	—4,44	40 Grm. Quarzsand + 10 Grm. Aetzkalk	19,0	23,4	+ 4,4
Quarzsand . .	14	30 Grm. Feinerde + 20 Grm. Aetzkalk	48,5	44,92	—3,58	30 Grm. Quarzsand + 20 Grm. Aetzkalk	29,0	32,8	+ 3,8
Aetzkalk . . .	61	25 Grm. Feinerde + 25 Grm. Aetzkalk	51,6	47,6	—4,00	25 Grm. Quarzsand + 25 Grm. Aetzkalk	34,5	37,5	+ 3,0
Schlemmkreide	25	40 Grm. Feinerde + 10 Grm. Schlemmkreide	32,0	32,36	+0,36	40 Grm. Quarzsand + 10 Grm. Schlemmkreide	12,0	16,2	+ 4,2
Magnesia . . .	230	30 Grm. Feinerde + 20 Grm. Schlemmkreide	27,0	30,52	+3,52	30 Grm. Quarzsand + 20 Grm. Schlemmkreide	12,0	18,4	+ 6,4
Knochenmehl .	46	25 Grm. Feinerde + 25 Grm. Schlemmkreide	26,0	29,6	+3,60	25 Grm. Quarzsand + 25 Grm. Schlemmkreide	14,0	19,5	+ 5,5
		40 Grm. Feinerde + 10 Grm. Magnesia	73,5	73,36	—0,14	40 Grm. Quarzsand + 10 Grm. Magnesia	53,5	57,5	+ 4,0
		30 Grm. Feinerde + 20 Grm. Magnesia	112,0	112,52	+0,52	30 Grm. Quarzsand + 20 Grm. Magnesia	96,5	100,4	+ 3,9
		25 Grm. Feinerde + 25 Grm. Magnesia	133,5	132,1	—1,4	25 Grm. Quarzsand + 25 Grm. Magnesia	113,5	122,0	+ 8,5
		40 Grm. Feinerde + 10 Grm. Knochenmehl	36,0	36,56	+0,56	40 Grm. Quarzsand + 10 Grm. Knochenmehl	16,5	20,4	+ 3,9
		30 Grm. Feinerde + 20 Grm. Knochenmehl	35,0	38,92	+3,92	30 Grm. Quarzsand + 20 Grm. Knochenmehl	9,0	26,8	+17,8
		25 Grm. Feinerde + 25 Grm. Knochenmehl	36,5	40,10	+3,60	25 Grm. Quarzsand + 25 Grm. Knochenmehl	8,0	30,0	+22,0
		40 Grm. Feinerde + 10 Grm. Quarzsand	28,5	30,16	+1,66	40 Grm. Quarzsand + 10 Grm. Feinerde	15,0	18,04	+ 3,04
		30 Grm. Feinerde + 20 Grm. Quarzsand	23,0	26,12	+3,12	30 Grm. Quarzsand + 20 Grm. Feinerde	18,5	22,08	+ 3,58
						25 Grm. Quarzsand + 25 Grm. Feinerde	21,0	24,1	+ 3,1

Im Folgenden habe ich mich bemüht, 1) eine Zusammenstellung der Versuche zu geben, bei welchen die Differenz zwischen Versuch (Columne *b*) und Rechnung (Columne *c*) nicht mehr beträgt als 2 CC., ein Unterschied, der füglich als unvermeidlicher Beobachtungsfehler angesehen werden kann. Bei den nachverzeichneten Versuchen besteht also, um es recht zu vergegenwärtigen, die wasserhaltende Kraft der Mischungen verschiedener Substanzen von bekannter wasserhaltender Kraft in der Summe der wasserhaltenden Kräfte der gemischten Substanzen.

Tabelle II.

a.	*b.*	*c.*	*d.*
40 Grm. Feinerde + 10 Grm. Schlemmkreide	32,0	32,36	+0,36
40 » » + 10 » Magnesia	73,5	73,36	—0,14
30 » » + 20 » »	112,0	112,52	+0,52
25 » » + 25 » »	133,5	132,1	—1,4
40 » » + 10 » Knochenmehl	36,0	36,56	+0,56
40 » » + 10 » Quarzsand	28,5	30,16	+1,66

Im anderen Falle erblicke ich nun, die Tabelle I meinen Betrachtungen zu Grunde legend: 2) nur drei Fälle, bei denen die berechnete wasserhaltende Kraft an Grösse der beobachteten wasserhaltenden Kraft derselben Mischung nachsteht. Es sind dies die drei Fälle unter Versuchsreihe I mit folgenden Mischungen:

1) 40 Grm. Feinerde + 10 Grm. Aetzkalk,
2) 30 » » + 20 » » und
3) 25 » » + 25 » »

3) sind die Versuche zu betrachten, in welchen sich besonders grosse positive Differenzen finden. Es sind dies die Versuche unter II., bei denen der Quarzsand mit Knochenmehl in Mischung kam. Ich schliesse hier aus dem Grunde die Versuche aus der Reihe der übrigen aus und bespreche selbige für sich allein, weil sie mir deutlich bewiesen, wie Nebenumstände das Resultat mitunter recht trüben können.

Ich beobachtete nämlich, als ich die erwähnten Gemische auf dem Trichter mit 100 CC. Wasser übergoss, dass das Wasser sich an der Wandung des Trichters herunterzog und

vorzugsweise die Stellen aufsuchte, an denen zufällig einige Quarzkörner mehr lagen. Der Grund davon liegt wohl darin, dass das Knochenmehl wegen seiner natürlichen Fettigkeit sehr schwer Wasser aufnimmt und ebenso schwer selbiges zwischen seinen sehr feinen Theilchen hindurch abfliessen lässt. Für diese Annahme spricht ferner der Umstand, dass, als ich die Trichter nach Abfliessen des Wassers entleerte, das Knochenmehl zum Theil noch ganz trocken gefunden wurde, trotzdem das Abtropfen des nicht aufgenommenen Wassers volle 6 Tage gedauert hatte. Der Versuch, der die Aufgabe hatte, das Knochenmehl allein auf seine wasserhaltende Kraft zu prüfen, brauchte bis zu seiner Beendigung volle 10 Tage.

Ferner stelle ich in einer kleinen Uebersicht 4) die Versuche zusammen, in denen sich die wasserhaltenden Kräfte der geprüften Substanzen durch ihr Zusammenwirken schwächten, d. h. also (im Gegensatz zu dem unter 2) Gesagten) der Versuch direct weniger ergab, als sich aus den bekannten wasserhaltenden Kräften der einzelnen mitwirkenden Substanzen berechnete.

Tabelle III.

Versuchsreihe I. *a.*	*b.*	*c.*	*d.*	Versuchsreihe II. *a.*	*b.*	*c.*	*d.*
30 Grm. Feinerde + 20 Grm. Schlemmkreide	27,0	30,52	+3,52	40 Grm. Quarzsand + 10 Grm. Aetzkalk	19,0	23,4	+ 4,4
25 Grm. Feinerde + 25 Grm. Schlemmkreide	26,0	29,6	+3,60	30 Grm. Quarzsand + 20 Grm. Aetzkalk	29,0	32,8	+ 3,8
30 Grm. Feinerde + 20 Grm. Knochenmehl	35,0	38,92	+3,92	25 Grm. Quarzsand + 25 Grm. Aetzkalk	34,5	37,5	+ 3,0
25 Grm. Feinerde + 25 Grm. Knochenmehl	36,5	40,10	+3,60	40 Grm. Quarzsand + 10 Grm. Schlemmkreide	12,0	16,2	+ 4,2
30 Grm. Feinerde + 20 Grm. Quarzsand	23,0	26,12	+3,12	30 Grm. Quarzsand + 20 Grm. Schlemmkreide	12,0	18,4	+ 6,4
				25 Grm. Quarzsand + 25 Grm. Schlemmkreide	14,0	19,5	+ 5,5
				40 Grm. Quarzsand + 10 Grm. Magnesia	53,5	57,5	+ 4,0
				30 Grm. Quarzsand + 20 Grm. Magnesia	96,5	100,4	+ 3,9
				25 Grm. Quarzsand + 25 Grm. Magnesia	113,5	122,0	+ 8,5
				40 Grm. Quarzsand + 10 Grm. Feinerde	15,0	18,04	+ 3,04
				30 Grm. Quarzsand + 20 Grm. Feinerde	18,5	22,08	+ 3,58
				25 Grm. Quarzsand + 25 Grm. Feinerde	21,0	24,1	+ 3,1

Es ergiebt sich aus diesen Versuchen und Betrachtungen, dass die wasserhaltende Kraft einer Mischung von zwei Substanzen nicht selten aus der Summe der wasserhaltenden Kräfte der beiden gemischten Substanzen besteht, dass aber in den meisten Fällen die wasserhaltende Kraft durch die Mischung geschwächt wird.

Der Grund hiervon ist vielleicht der, dass Substanzen von gleich feinem Korn in der That, wenn sie gemischt werden, die wasserhaltenden Kräfte unverändert bewahren. Ich nehme hier die Versuche als Beispiele an, in denen ich Feinerde mit Schlemmkreide und Feinerde mit Magnesia mischte. Hat man dagegen gröberes Korn von feinem umgeben, so wird das gröbere vielleicht von den feineren Theilen so eingewickelt, dass es von der Flüssigkeit abgeschlossen, gleichsam nicht vorhanden ist. Als Beispiele führe ich hier die Versuche von Tabelle I an, welche ich mit verschiedenen Mischungen von Quarzsand und Magnesia, sowie mit Quarzsand und Schlemmkreide anstellte.

Im Allgemeinen wird die wasserhaltende Kraft auf einen physikalischen Process zurückzuführen sein, der dem Gebiete der Capillaritätserscheinungen angehört; nur in wenigen Fällen werden gleichzeitig durch die Löslichmachung der Substanzen chemische Actionen mit eingeleitet werden.

Ueber die Ernährung von Wiesengräsern in Fluss- und Brunnenwasser.

Von

Dr. Alb. Beyer.

Zu den in den letzten Jahren mit besonderer Vorliebe in Fachzeitschriften behandelten Gegenständen gehört unstreitig die Frage über die Bedeutung des älteren Kunstwiesenbaues gegenüber einigen anderen neuerdings in Anwendung gebrachten Methoden. Wenn die Ansichten hierin selbst nach längerem

Streite immer noch ziemlich aus einander gehen, so dürfte die Ursache davon hauptsächlich darin zu suchen sein, dass wir leider bis jetzt die experimentelle Beantwortung einiger wichtigen dabei in Betracht kommenden Fragen entbehren. Erst wenn diese Lücken vollständig ausgefüllt sind, wird eine objective Beurtheilung möglich sein. Es war daher mit Recht freudig zu begrüssen, wenn Herr Oekonomierath Vincent, als Hauptvertreter des älteren Wiesenbaues, durchdrungen von der Nothwendigkeit derartiger Fundamentalversuche, Anregung zu solchen an der Station Regenwalde gab.

Bevor aber Fragen von mehr praktischer Bedeutung in Angriff genommen werden, z. B. ob und in welcher Richtung ein Rieselwasser an seinen nährenden Bestandtheilen Einbusse erleidet, wenn es mehrmals über neue zu berieselnde Flächen fliesst; ob beim langsamen Hindurchsickern des Wassers durch den Boden oder beim Ueberrieseln Absorption von vorher gelösten Pflanzennährstoffen stattfindet, oder ob umgekehrt Bodenbestandtheile gelöst werden, und welche; ehe ferner Versuche angestellt werden über Anwendung verschiedener Quantitäten Wassers bei gleicher Qualität u. s. w., wäre vor Allem die Frage zu erledigen:

> »Sind die im Rieselwasser gelösten Pflanzennährstoffe schon allein befähigt zur Ernährung der Gräser, oder sind darin suspendirte Stoffe nöthig, und muss der Boden absorbirende Kraft besitzen, in welchem die aus dem Wasser sich ernährenden Gräser wachsen?«

In ähnlicher Weise war die Frage durch Herrn Oekonomierath Vincent formulirt, die Veranlassung zu nachstehendem Versuche gab.

Ausführung des Versuchs.

Drei Zinkkästen, 6 Zoll im Quadrat und 9 Zoll hoch, an deren vorderer Seite eine dicht über dem Boden ausgehende communicirende Röhre von circa 1/4 Zoll Durchmesser angebracht war, und durch welche vermittelst verschiedener verschliessbarer Oeffnungen der Wasserstand regulirt werden konnte, wurden mit ganz reinem, mit concentrirter Salzsäure ausgekochtem und vollständig rein ausgewaschenem Quarzsand, wie ihn Hell-

riegel zu seinen Vegetationsversuchen benutzt, in der Weise gefüllt, dass die am Boden angebrachte mit der communicirenden Röhre in Verbindung stehende Oeffnung zuerst mit ein wenig Badeschwamm verstopft und der Boden hierauf mit groben Quarzstücken bedeckt wurde. Auf diese gröberen Stücke folgten Schichten immer feiner werdenden Quarzes, und auf diese der Sand. An der hinteren Seite der Kästen war die Wand in der Breite von circa $1^1/_2$ Zoll nach Aussen gebogen, eine schiefe Ebene darstellend, auf welche das Wasser gleichmässig durch eine quer auf die Seitenwände befestigte, mit feinen Löchern versehene Rinne vertheilt werden und dann auf die Oberfläche des Sandes abfliessen konnte. Der Zufluss des Wassers geschah ebenfalls aus Zinkkästen von 6 Zoll Höhe, 9 Zoll Länge und 7 Zoll Breite. Dieselben waren an der Wand des Gewächshauses über den Vegetationsgefässen angebracht und ermöglichten vermittelst kleiner Messinghähne, die durch Gummi mit in Spitzen ausgezogenen Glasröhren verbunden waren, unterstützt durch obenerwähnte Rinnen, eine ziemlich gleichmässige Vertheilung des anzuwendenden Wassers auf eine bestimmte Zeit.

Zwei dieser Kästen (I und II) enthielten nur Quarzsand, der dritte jedoch ausserdem noch einen Zusatz von 80 Grm. eines künstlich dargestellten Kalkerdesilicats, 50 Grm. Eisenoxydhydrat und 40 Grm. Thonerdehydrat. Nach Beschickung der Gefässe wurde der Sand mit destillirtem Wasser angefeuchtet, und in jedes Gefäss 0,3 Grm. eines Grassamengemisches, bestehend aus Alopecurus pratensis, Festuca pratensis, Phleum, Dactylis glomerata, Anthoxanthum odoratum und Holcus lanatus gesäet. Nachdem in allen drei Kästen die Pflanzen aufgegangen waren, wurde mit dem Rieseln begonnen, und zwar erhielt Gefäss I Wasser der Rega, welches, schon an und für sich klar, noch drei bis vier Wochen im verschlossenen Glasballon gestanden hatte und keine Spur suspendirter Stoffe mehr enthielt, Gefäss II dasselbe Regawasser ohne vorher gestanden zu haben, Gefäss III wie I.

Verlauf des Versuchs.

Derselbe begann am 15. April 1867. In dem darauf folgenden Sommer kamen die Gräser trotz der sorgfältigsten Behandlung

nicht sehr über die bei der Keimung erlangte Grösse hinaus, so dass von einer Ernte im Herbste nicht die Rede sein konnte. Während des Winters standen die Kästen in einem Zimmer, dessen durchschnittliche Temperatur 4 ° R. betrug, möglichst vor Licht geschützt.

Am 2. März 1868 wurde wieder mit Rieseln begonnen. In Kasten III waren die Pflanzen fast vollständig verkümmert. Die ungünstige Beschaffenheit des künstlichen Silicats mag die Ursache davon gewesen sein. Der Versuch mit diesem Kasten musste aufgegeben werden. Zwischen Gefäss I und II war auch nicht der mindeste Unterschied zu bemerken, es wurde daher Gefäss II vom Frühjahr 1868 an mit reinem Brunnenwasser, und zwar mit dem Wasser aus dem Brunnen der Versuchsstation berieselt. Die Pflanzen entwickelten sich im zweiten Sommer zwar immer noch dürftig, fingen jedoch gegen Ende desselben an sich zu bestocken, so dass im September geerntet werden konnte von:

	I.	II.
Trockensubstanz	3,42 Grm.	3,08 Grm.
mit Asche	0,45 »	0,43 »

Zur Blüthe waren die Pflanzen noch nicht gelangt, hatten aber ein dunkelgrünes, gesundes Aussehen.

Im Winter 1868—1869 standen die Pflanzen wieder in demselben oben erwähnten Raume, und im März 1869 wurde wieder mit Rieseln angefangen. Mitte Mai fingen in beiden Gefässen die Pflanzen von Holcus lanatus an zu blühen, die anderen Gräser entwickelten sich von da ab ebenfalls zusehends. Am 27. Juni wurde das Gras geschnitten. Im Gefäss I, wo fast ausschliesslich Holcus lanatus zur Entwickelung gekommen war, waren die Pflanzen verblüht und gereift, während in Gefäss II der grösste Theil der Pflanzen noch vollkommen grün war.

Es wurde geerntet:

	I.	II.
Trockensubstanz	= 8,236 Grm.	11,696 Grm.
mit Asche	= 0,551 »	0,896 »

Den 6. September und 27. October wurde geerntet:

	I.	II.
Trockensubstanz	= 4,100 Grm.	6,653 Grm.
mit Asche	= 0,594 »	0,945 »

Am 27. October wurde der Sand aus Gefäss I herausgenommen. Derselbe bildete mit den feinen Faserwurzeln der Gräser, die das ganze Gefäss durchsetzt hatten, eine zusammenhängende Masse, und die Wurzeln stellten nach Entfernung des Sandes einen dichten Filz dar.

Nur bis $1^1/_2$ Zoll unter der Oberfläche war der Sand durch wenig Humusmaterie, entstanden aus den abgestorbenen Blattresten der Gräser und einer geringen Moosvegetation (Jungermannia), bräunlich gefärbt. Die übrige Sandmasse war noch so blendend weiss, wie beim Beginn des dreijährigen Versuchs. Das Befreien der Wurzeln vom Sande konnte mit Leichtigkeit und ohne Verlust geschehen. Es ergaben:

Die Wurzelstöcke	Die Wurzeln selbst
4,311 Grm.	7,12 Grm. Trockensubstanz.
mit 0,208 » Asche.	

Rechnet man nun den Gesammtertrag aus Gefäss I zusammen, so ergiebt sich im Ganzen von 0,30 Grm. Saatgut für die oberirdischen Organe 20,067 Grm. Trockensubstanz, wobei natürlich noch zu berücksichtigen ist, dass wohl nur höchstens der zehnte Theil der Samen zur Entwickelung gekommen ist. Zu bemerken ist noch, dass während der ganzen Versuchsdauer die Pflanzen durchschnittlich einen Tag um den anderen berieselt worden waren, und zwar stets nur dann, wenn die Pflanzen vom directen Sonnenlicht nicht getroffen wurden.

Die verwendeten Wasser hatten pro Liter folgenden Gehalt an Pflanzennährstoffen in Grammen:

	1. Regawasser[1]).	2. Brunnenwasser[2]).
Kali	= 0,0061	0,0177
Natron	= 0,0263	0,0373
Kalk	= 0,0783	0,1206
Magnesia	= 0,0086	0,0130
Eisenoxyd	= 0,0007	—
Schwefelsäure	= 0,0145	0,0687
Phosphorsäure	= 0,0011	0,0014
Chlor	= 0,0446	0,0234
Salpetersäure	= 0,0015	0,0233

1) Analyse von B. Lucanus.

2) Analyse vom Verfasser.

Anhang.

Ein vorläufiger Versuch darüber, inwieweit ein an und für sich ziemlich ertragsunfähiger Boden bei blosser Benetzung mit reinem Wasser Gräser zu ernähren vermöge, hatte nur im ersten Sommer und in der ersten Hälfte des zweiten Sommers ein sehr günstiges Resultat ergeben, im Spätsommer waren jedoch die Gräser vollständig zurückgeblieben.

Es schien mir der Mühe werth, den Versuch zu wiederholen. Das Resultat ist, wie man sehen wird, dasselbe gewesen.

Ein Glashafen von 6 Liter Rauminhalt, am Boden mit einer Oeffnung versehen, welche durch ein Stück Badeschwamm verstopft war, wurde mit einem ganz sterilen Diluvialsand, der vorher erst seiner wenigen feinerdigen Bestandtheile durch sorgfältiges Abschlemmen beraubt worden war, und auf welchem in gewöhnlichem Zustande kaum Aira canescens wuchs, gefüllt und dasselbe Grasgemisch wie in dem beschriebenen Versuch gesäet.

Während der Versuchsdauer wurde das Gefäss mit destillirtem Wasser nur feucht gehalten. Der Versuch begann am 1. April 1868. Die Samen keimten sehr gut, und die Pflanzen wuchsen sehr kräftig empor. Es konnte am 3. August schon 3,335 Grm. Trockensubstanz entnommen werden. Die Pflanzen überwinterten in demselben Local wie oben. Am 1. März 1869 wurden sie wieder befeuchtet, und am 26. Juni konnte geerntet werden 6,206 Grm. Trockensubstanz.

Von da ab war die Weiterentwickelung eine höchst dürftige, so dass während der übrigen Zeit des Sommers nur noch 0,85 Grm. Trockensubstanz geerntet werden konnten.

Versuchsergebnisse.

In Nachstehendem gebe ich in der Kürze die aus den eben beschriebenen Versuchen hervorgehenden Resultate wieder.

1) Die von Vincent vertretene Ansicht, dass Gräser in einem nur gelöste Pflanzenstoffe enthaltenden Brunnen- oder auch Flusswasser zur vollständigen Entwickelung gelangen können, ist richtig. Einjährige Gräser, wie z. B. Hafer, scheinen ein

an Nährstoffen reicheres Wasser zu beanspruchen, denn die früheren Versuche ergaben in Brunnenwasser vortrefflich ausgebildete Pflanzen, während dieselben in Regawasser nur kümmerlich entwickelt waren.

2) Die vollständige Ausbildung der oberirdischen Organe erfolgt erst dann, wenn sich ein reichliches Wurzelsystem gebildet hat. Die erste Periode der Ernährung der Gräser aus solch verdünnten Lösungen der Nährstoffe ist also vorzugsweise der Wurzelbildung gewidmet. Erst dann vermag die nun vorhandene grosse Wurzeloberfläche den oberirdischen Organen genügende Mengen von Pflanzennährstoffen zuzuführen.

3) Die Versuche bestätigen die Erfahrung, dass die Qualität des Wassers eines Theils auf den Ertrag, anderen Theils auf die Entwickelung einzelner Gräser bei gleichem Saatgutgemisch von ganz besonderem Einfluss ist; denn im Regawasser hatte sich vorzugsweise Holcus lanatus entwickelt, im Brunnenwasser dagegen nur ganz vereinzelt. In letzterem war der Ertrag ein höherer.

4) Der als Anhang mitgetheilte Versuch ergiebt, dass ein scheinbar ganz unfruchtbarer Boden bei gehöriger Befeuchtung Gräser zu ernähren vermag, aber nur auf kurze Zeit. Sind die wenigen disponibeln Nährstoffe verbraucht, so hört die Vegetation auf, wenn das Wasser selbst keine Nährstoffe enthält.

Ueber die Zersetzung des Feldspathes unter dem Einfluss von Salzlösungen und einigen anderen Agentien.

Von

Dr. Alb. Beyer.

Die nachstehenden von Birner und Ulbricht gemeinschaftlich entworfenen, auf eine längere Reihe von Jahren berechneten Versuche sind in der Absicht angestellt, nach dem Vorgange von Dietrich einen weiteren möglichst eingehenden Beitrag liefern zu wollen zur Kenntniss des Verhaltens der bodenbildenden Mineralien gegen diejenigen Agentien, welche im Boden entweder schon im natürlichen Zustande vorhanden, oder durch Düngung demselben zugeführt, nach unserem Ermessen bei der Verwitterung wirksam sein können. Es wurde dazu der Feldspath gewählt, weil derselbe ohne Zweifel einer der wichtigsten Bestandtheile der bodenbildenden Gesteinsarten ist, und weil derselbe am leichtesten in möglichst reinem Zustande in grösserer Menge zu erlangen ist. Es sollten dabei aber nicht allein die mit Hilfe von Salzlösungen u. s. w. aus der Verbindung ausgeschiedenen Bestandtheile näher ins Auge gefasst werden, sondern auch die qualitative Veränderung des Minerals selbst, durch Eintritt von Bestandtheilen der angewendeten Lösungen, event. Bildung von wasserhaltigen Silicaten, studirt werden. Wird es nun auch kaum möglich sein, aus derartigen Versuchen unmittelbare Folgerungen auf die in dem Boden selbst stattfindenden Processe abzuleiten, da hier noch viele andere Factoren in Betracht kommen, so werden dieselben doch immerhin Bausteine für weitere Forschungen bilden. Der Weg vom Einfacheren zum Complicirten dürfte auch hier der am ersten zum Ziele führende sein. Die Versuche beziehen sich auf die Einwirkung folgender Körper:

Wasser für sich, Wasser mit atmosphärischer Luft, Wasser mit Kohlensäure, Kalkerde, kohlensaurer Kalkerde, Gyps, salpetersaurem Kalk, schwefelsaurem Ammoniak, Magnesia, kohlensaurem Kali, salpetersaurem Natron, Kochsalz und Eisenoxydulhydrat.

Ausserdem wurde noch bei den oben genannten Salzen und alkalischen Erden die Mitwirkung der Kohlensäure geprüft.

Ausführung der Versuche.

Ein Kilogramm geschlemmter Feldspath aus der Porzellanfabrik von Moabit wurde mit je $2^1/_2$ Liter destillirtem Wasser in geräumige Glasflaschen gebracht, und diese letzteren 21 Gefässe folgendermassen beschickt:

No. 1, 2 und 3 nur mit Wasser,
» 4 mit $^1/_{10}$ Aequivalent Aetzkalk,
» 5 und 6 mit 1 Aeq. kohlensaurem Kalk,
» 7 » 8 » $^1/_5$ » schwefelsaurem Kalk,
» 9 » 10 » $^1/_5$ » salpetersaurem Kalk,
» 11 » 12 » $^1/_5$ » schwefelsaurem Ammoniak,
» 13 » 14 » 1 » Magnesia,
» 15 » 16 » $^1/_5$ » kohlensaurem Kali,
» 17 » 18 » $^1/_5$ » salpetersaurem Natron,
» 19 » 20 » $^1/_5$ » Chlornatrium,
» 21 mit $^1/_5$ Aeq. Eisenoxydul,

welches dargestellt war, indem eine Lösung von $^1/_5$ Aeq. schwefelsaurem Eisenoxydulammoniak in Wasser kalt mit kohlensaurem Natron gefällt und der Niederschlag durch Decantiren mit Wasser ausgewaschen wurde. Durch die $2^1/_2$ Liter Wasser wurde der Niederschlag mit dem Feldspath fein vertheilt. Der Versuch sollte den Einfluss des sich langsam oxydirenden Eisenoxyduls auf die Zersetzung des Feldspathes darthun.

Die Gefässe 1, 4, 5, 7, 9, 11, 13, 15 und 17 wurden mit Korken luftdicht verschlossen, welche sowohl auf ihrer inneren, beim Schütteln mit der Flüssigkeit in Berührung kommenden Seite, als auch nach Aussen mit einer Wachsschicht überzogen waren, um dadurch einen luftdichten Verschluss herzustellen. Bei den übrigen Versuchen waren die Korke mit 2 rechtwinklig gebogenen Glasröhren versehen, von denen die eine bis auf den

Boden des Gefässes reichende zur Zuleitung der Kohlensäure resp. der atmosphärischen Luft diente, die andere unterhalb der inneren Seite des Korkes ausmündende den Wiederaustritt der nicht absorbirten Kohlensäure vermittelte. Bei jedesmaliger Erneuerung der Kohlensäure und der atmosphärischen Luft wurden die Gefässe auf das Sorgfältigste umgeschüttelt, so dass die Flüssigkeiten mit dem Feldspath eine gleichmässige Masse bildeten. Dasselbe geschah selbstverständlich zu gleicher Zeit mit den anderen verschlossenen Gefässen. Ausser der Zeit des Einleitens waren auch die Glasröhren mit kleinen Korkstopfen verschlossen.

Die Versuche selbst sind eingeleitet und bis zum October 1866 fortgesetzt worden von Dr. Ulbricht, zu welcher Zeit dieselben von mir weiter geführt wurden.

Die Zuleitung der Kohlensäure und der atmosphärischen Luft geschah in Zwischenräumen von 14 Tagen bis 4 Wochen, und zwar bei der Kohlensäure in der Weise, dass für jedes Gefäss ein bestimmtes Volumen Salzsäure von bekannter Concentration in das überschüssigen kohlensauren Kalk enthaltende Entwickelungsgefäss gebracht wurde. Vor dem Eintritt in das Versuchsgefäss wurde die Kohlensäure erst durch eine Lösung von kohlensaurem Natron gewaschen. Die Erneuerung der atmosphärischen Luft wurde durch einen Aspirator vermittelt. Während der ganzen Versuchsdauer sind durch die Gefässe 3, 6, 8, 10, 12, 18 und 20 74 Grm. Kohlensäure geleitet worden. In das Gefäss 14 leitete man schon bei Beginn des Versuchs 24 Grm. und in das Gefäss 16 13 Grm. Kohlensäure mehr. Durch Gefäss 2 und 21 gingen im Ganzen 148 Liter Luft.

Die Versuche begannen am 11. Juni 1866. Nach einigen Tagen zeigten sich folgende Unterschiede: Bei 1, 2 und 3 hatte sich der Feldspath fest zu Boden gesetzt und war schwer aufzuschütteln, die Flüssigkeiten waren opalisirend. Ein Gleiches gilt für 15, 17 und 19. Die Flüssigkeiten aller übrigen Gefässe waren klar. Bei 13 und 14 hatte eine bedeutende Volumenvermehrung des Bodensatzes, circa um 125 Proc., stattgefunden. Bei Nr. 4 betrug sie ungefähr 100 Proc. Die eben erwähnten Unterschiede blieben während der ganzen Versuchsdauer dieselben.

Anfang November 1868 wurde mit der Analyse der Flüssigkeiten begonnen. Die Gefässe wurden behufs späteren Wiederersatzes des Wassers, resp. der entnommenen Salzlösungen genau gewogen, hierauf so viel wie möglich klar abgegossen, und da wo es nöthig war, die abgegossene Flüssigkeit durch doppelte Filter so lange filtrirt, bis die zur Analyse zu verwendende Lösung vollkommen klar war. In der nachstehenden Tabelle sind die Resultate auf die ganze Flüssigkeit berechnet[1].

Es waren in 2½ Liter enthalten in Grammen:

Bei Versuch:	Kali.	Natron.	Kalkerde.	Magnesia.	Eisenoxyd und Thonerde.	Schwefelsäure.	Kieselsäure.
1. Destillirtes Wasser	0,051	0,078	0,058	0,006	—	0,044	0,049
2. Destillirtes Wasser mit Luft . .	0,037	0,064	0,044	0,005	—	0,044	?
3. Kohlensäure	0,071	0,114	0,076	0,004	0,009	0,046	0,069
4. Aetzkalk	0,209	0,174	0,067	0,003	0,008	0,041	0,061
5. Kohlensaurer Kalk	0,042	0,073	0,112	0,009	—	0,040	0,019
6. Kohlens. Kalk u. Kohlensäure .	0,067	0,094	0,273	0,018	—	0,041	0,034
7. Gyps	0,053	0,074	1,906	0,016	—	2,840	0,033
8. Gyps u. Kohlensäure	0,068	0,097	1,958	0,016	—	2,684	0,062
9. Salpetersaurer Kalk	0,041	0,062	—	0,016	—	0,048	0,036
10. Salpeters. Kalk u. Kohlensäure	?	?	—	0,017	—	0,048	0,045
11. Schwefelsaures Ammoniak . .	0,161	0,094	0,122	0,035	—	—	0,066
12. Schwefels. Ammoniak u. Kohlens.	6,162	0,107	0,147	0,015	—	—	0,056
13. Magnesia	0,359	0,315	0,013	0,004	—	0,065	0,159
14. Magnesia u. Kohlensäure . . .	0,312	0,255	Spur	7,569	—	0,111	0,048
15. Kohlensaures Kali	—	—	Spur	Spur	—	0,048	0,026
16. Kohlensaures Kali u. Kohlensäure	—	—	0,029	0,007	—	0,040	0,029
17. Salpetersaures Natron	0,089	—	0,049	0,003	0,005	0,043	0,060
18. Salpeters. Natron u. Kohlensäure	0,096	—	0,120	0,008	0,009	0,037	0,032
19. Chlornatrium	0,163	—	0,091	0,008	0,004	0,040	0,032
20. Chlornatrium u. Kohlensäure .	0,183	—	0,123	0,006	0,006	0,034	0,057
21. Eisenoxydulhydrat	0,086	0,069	0,040	0,004	0,003	0,052	0,036

Die Analyse des zu den Versuchen verwendeten Feldspaths ergab folgenden Gehalt an Hauptbestandtheilen:

Kali	8,51	Proc.
Natron . . .	3,37	»
Thonerde . . .	16,03	»
Kieselsäure . .	65,52	»
Baryt	1,30	»
	94,73	Proc.

[1] Die Analysen der Flüssigkeiten aus den Versuchen 17, 18, 19, 20 und 21 sind von dem damaligen Assistenten Herrn Dr. Heinrich ausgeführt, alle übrigen von dem Berichterstatter.

Die Nebenbestandtheile Kalk, Magnesia und Schwefelsäure wurden nur bei der Analyse der Flüssigkeiten berücksichtigt.

Ergebnisse der Versuche.

Beim Vergleich der zwei ersten Versuchsnummern ergaben sich keine wesentlichen Unterschiede. Die Wirkung reinen Wassers mit oder ohne Luftzutritt war eine nahezu gleiche. In die Augen fallender ist in Versuch 3 schon die Mitwirkung der Kohlensäure in Bezug auf die Löslichmachung des Kalis, Natrons und der Kieselsäure.

In Versuch 4 sind durch Aetzkalk bedeutend mehr Alkalien gelöst. Derselbe hat aber vorzugsweise Kali aus der Silicatverbindung frei gemacht. Während in allen anderen Versuchen, mit Ausnahme des schwefelsauren Ammoniaks, die Menge des gelösten Kalis zum gelösten Natron in dem Verhältniss von ungefähr 10 : 15 steht, ist das Kali in diesem Versuche vorwaltend und das Verhältniss zum Natron wie 10 : 8. Der beim Beginn der Versuche in aufgelöster Form (als Kalkwasser) hinzugefügte Kalk ist vollständig unlöslich geworden, denn es findet sich in der analysirten Flüssigkeit nicht mehr vor, als schon in blossem Wasser löslich, vom Gypsgehalt des Feldspaths herrührend, vorhanden war. Jedenfalls hat die Bildung eines Kalkerdesilicats stattgefunden, ohne dass aber eine dem eingetretenen Kalk aequivalente Menge Alkalien aus der Verbindung ausgetreten ist. Magnesia ist weniger, Kieselsäure nur unbeträchtlich mehr gelöst, als bei den vorhergehenden Versuchen.

Sehr wenig hervortretend ist die Wirkung des kohlensauren Kalkes in Versuch 5.

Es findet sich ausser ein wenig Kalk nur noch etwas mehr Magnesia, als in der Lösung mit destillirtem Wasser. Kieselsäure tritt in Folge der Bildung von kieselsaurem Kalk sehr zurück.

Der doppeltkohlensaure Kalk in Versuch 6 hat nicht wesentlich stärker lösend gewirkt, als die Kohlensäure für sich.

Es ist wahrscheinlich, dass im Laufe der drei Jahre grössere Mengen Kalk in Lösung übergegangen sind, die dann in Verbindung mit dem Feldspath getreten sind. Die Analyse des

Rückstandes nach Beendigung der Versuche wird darüber entscheiden.

Bei der bekannten lösenden Wirkung des Gypses auf die Alkalien der Ackererde hätte man in den Versuchen 7 und 8 mehr Kali und Natron in Lösung erwarten sollen. Die vorliegenden Zahlen aber ergeben dem destillirten und kohlensäurehaltigen Wasser gegenüber durchaus keine Vermehrung der letzteren. Dieses Resultat dürfte wohl zu dem Schlusse berechtigen, dass wahrscheinlich nur derjenige Theil des Kalis und Natrons der Ackererde durch den Einfluss des Gypses in Lösung übergeht, der bereits durch Verwitterung blossgelegt und durch die Ackererde absorbirt in einem schon leichter löslichen Zustande vorhanden ist. Auf die Lösung des angewendeten Gypses selbst ist die Kohlensäure ohne befördernden Einfluss gewesen. Es ist in der Lösung zwar etwas mehr Kalk vorhanden, aber weniger Schwefelsäure, als bei Anwendung von Gypswasser ohne Kohlensäure. Berechnet man nach Abzug der schon in destillirtem Wasser vorgefundenen Schwefelsäure die zurückbleibende auf Gyps, so resultirt in Versuch 7 4,76 Grm. schwefelsaurer Kalk und in Versuch 8 4,435 Grm.

Nach Anthon[1] lösen sich aber in 10,000 Theilen Wasser bei gewöhnlicher Temperatur 18,70 Theile wasserfreier schwefelsaurer Kalk, für unseren Fall berechnet müssen sich also 4,575 Grm. in Versuch 7 gelöst haben. Die wirklichen Zahlen stimmen mit den aus obiger Angabe berechneten, wie man sieht, ziemlich gut überein.

Die Versuche 9 und 10 haben im Vergleich zur Wirkung des Wassers kein bemerkenswerthes Resultat ergeben.

In den Versuchen 11 und 12 existiren unter sich keine allzu bedeutenden Abweichungen, von allen bisher besprochenen Salzen hat aber das schwefelsaure Ammoniak die energischste Zersetzung hervorgebracht. Die Versuche von Dietrich[2] haben schon früher für Basalt und auch für Feldspath dasselbe Resultat ergeben. Wie bereits erwähnt, erstreckt sich die Wirkung aber

---

[1] Lersch, Hydrochemie, S. 363.

[2] Journal für prakt. Chemie, Bd. 14, S. 12.

vorzugsweise auf das Kali. Es stand zu vermuthen, dass auch hier wie beim Versuch mit Kalkhydrat Ammoniak in die Verbindung übergegangen sei. Um dies zu constatiren, wurde eine Probe des Feldspaths aus Gefäss 11 auf das Sorgfältigste mit destillirtem Wasser gewaschen, bis das Waschwasser keine Spur von Schwefelsäure mehr zeigte. Die breiige Masse gab dann eine sehr starke Reaction auf Ammoniak, welche nach dem Trocknen bei 100^0 noch ebenso stark auftrat. Die nachträglich noch mit Salzsäure ausgezogene Masse ergab wiederum keine Spur von Schwefelsäure. Die beiden Thatsachen nun, dass kein anhängendes schwefelsaures Ammoniak mehr vorhanden war, und dass das Untersuchungsmaterial bei 100^0 das Ammoniak nicht verlor, dass letzteres also nicht durch physikalische Absorption festgehalten wurde, berechtigen wohl zu dem Schlusse, dass das Ammoniak in die Verbindung übergegangen sei. Das zu den Versuchen verwendete Feldspathpulver selbst gab bei der Prüfung keine Spur Ammoniak. Nach Beendigung der Versuche dürfte die Analyse des Rückstandes Aufschluss über die Qualität und Quantität des gebildeten Ammonsilicates geben. Dass Silicate, die durch Salzsäure zersetzbar sind, z. B. Chabasit, aus Ammoniaksalzen Ammoniak absorbiren, haben die Versuche von Eichhorn[1]) gelehrt, nach den von mir erhaltenen Resultaten scheint diese Eigenschaft aber auch anderen Silicaten zuzukommen.

Energischer als alle übrigen Agentien haben in Versuch 13 und 14 die Magnesia und die doppeltkohlensaure Magnesia gewirkt. Die gelösten Alkalimengen übertreffen das destillirte Wasser um das Siebenfache und die gelöste Kieselsäure in Versuch 13 um das Dreifache. Dass in Versuch 14 weniger Kieselsäure gelöst ist, erklärt sich aus der in Lösung vorhandenen doppeltkohlensauren Magnesia. Diese letztere Verbindung hatte sich in Krystallkrusten an den Wänden des Gefässes in reichlicher Menge abgesetzt. Der lockeren Beschaffenheit und dem dadurch erzielten innigen Contact zwischen Magnesia und Feldspath darf wohl ein Theil der zersetzenden Wirkung der Magnesia

[1]) Jahresbericht von Hoffmann 1859—60, S. 60.

in Versuch 13 mit zugeschrieben werden, da die Löslichkeit desselben in Wasser an und für sich eine so geringe ist. Bemerkenswerth ist, dass in beiden Versuchen das gelöste Kali nicht in der Weise vorwiegt, wie in den anderen Versuchen, wo eine stärkere Zersetzung stattgefunden hatte, z. B. beim Aetzkalk und schwefelsauren Ammoniak. Die Lösung des Natrons ist fast in gleicher Weise beeinflusst worden, wie die des Kalis.

Die Wirkung der doppeltkohlensauren Magnesia ist nur unbedeutend hinter der der Aetzmagnesia zurückgeblieben.

Aus den Versuchen 15 und 16 lässt sich in dieser ersten Versuchsreihe noch nichts Wesentliches ableiten.

Die in Versuch 17 und 18 angewendeten Lösungen von salpetersaurem Natron haben zwar die doppelte Menge Kali mehr gelöst, als blosses Wasser, sind aber von den Kochsalzlösungen in den Versuchen 19 und 20 übertroffen. Es stimmt dies mit den von Dietrich[1]) gemachten Beobachtungen überein, denn derselbe fand beim Basalt durch Kochsalz auch mehr Kali gelöst, als durch aequivalente Mengen Chilisalpeter. Die Wirkung des ersteren scheint sich aber nicht, wie beim Gyps, nur auf das bereits durch Verwitterung blossgelegte Kali zu erstrecken, sondern auch auf das noch in festerer Verbindung vorhandene.

In seinen zwar in anderer Weise ausgeführten Versuchen über die Zersetzung des Feldspaths durch mechanische Einwirkung fand Daubrée[2]), dass ein Zusatz von Kochsalz das Alkalischwerden der Flüssigkeiten verhindert, welches bei reinem Wasser reichlich eintrat, und schliesst daraus, dass das Kochsalz die Zersetzung beeinträchtige. Die von mir erhaltenen Zahlen bestätigen diesen Schluss allerdings nicht, und es steht zu vermuthen, dass die Analysen der Flüssigkeiten, welche unterlassen worden zu sein scheinen, doch einen nicht unbeträchtlichen Gehalt an Kali ergeben haben würden, wenn die Art der Zersetzung auch wohl eine andere gewesen sein wird, als mit reinem Wasser.

Der Versuch 21 über die Wirkung des Eisenoxydulhydrats bei Gegenwart von atmosphärischer Luft hat bis jetzt, wie sich

---

[1]) Jahresbericht von Hoffmann 1862—63, S. 14.

[2]) Ebenda 1867, S. 8.

aus obigen Zahlen ersehen lässt, noch kein bemerkenswerthes Resultat ergeben.

Fassen wir die Resultate dieser ersten 3 Versuchsjahre nochmals kurz zusammen, so ergiebt sich Folgendes:

1) Kalkwasser vermag aus Feldspath bedeutend grössere Mengen von Kali und Natron frei zu machen, als Wasser für sich allein. Der vorher gelöste Kalk tritt im Laufe der Zeit mit in die Verbindung des Feldspathes ein.
2) Gypslösung, sowohl mit Kohlensäure als auch ohne diese, übt auf unverwitterten Feldspath nicht die bei der Ackererde mehrfach beobachtete lösende Wirkung auf das Kali aus. Es ist deshalb wohl anzunehmen, dass nur das bereits in lockerer Verbindung oder in absorbirtem Zustande in der Ackererde vorhandene Kali durch Gyps in Lösung gebracht wird.
3) Schwefelsaures Ammoniak wirkt für sich ebenso energisch, als unter gleichzeitiger Anwendung von Kohlensäure. Die Wirkung erstreckt sich vorzugsweise auf das Kali, weniger auf das Natron. Der mit schwefelsaurem Ammoniak längere Zeit in Berührung gewesene Feldspath hatte Ammoniak absorbirt. Die Absorption dürfte als auf chemischem Wege vorgegangen zu betrachten sein.
4) In Wasser vertheilte Aetzmagnesia vermag sehr stark zersetzend auf Feldspath zu wirken. Doppeltkohlensaure Magnesia steht ihr darin nur wenig nach. In beiden Versuchen ist die siebenfache Menge Alkalien mehr gelöst, als durch destillirtes Wasser.
5) Von den beiden in Anwendung gebrachten Natronsalzen wirkt Chlornatrium bei gleicher Aequivalenz stärker als salpetersaures Natron. Kohlensäure unterstützte in beiden Fällen die Wirkung nicht wesentlich.
6) Kohlensäure, kohlensaurer Kalk, kohlensaurer Kalk mit Kohlensäure, salpetersaurer Kalk mit und ohne Kohlensäure, sowie auch in Wasser vertheiltes Eisenoxydulhydrat, haben, verglichen mit destillirtem Wasser, in der ersten Versuchsperiode keine wesentliche Wirkung ausgeübt.

Ueber die Lösungsvorgänge der Reservestoffe in den Hölzern bei beginnender Vegetation.

Von

Dr. **Oscar Reichardt.**

Bei den seit längerer Zeit von mir unternommenen Untersuchungen über Stoffwechsel in der Pflanze hielt ich es für wichtig, auch auf die Ablagerung und die Lösungsvorgänge der Reservestoffe, namentlich der Stärke, in den Holzgewächsen einzugehen. Diesen Theil meiner Untersuchungen begann ich schon im Herbste 1866 als Assistent am phytophysiologischen Institute der Universität Jena unter der Leitung meines hochverehrten Lehrers, des Herrn Prof. Pringsheim, der mich bei dieser meiner Arbeit freundlichst mit seinem Rathe unterstützte. Seitdem habe ich diese Untersuchungen fortgesetzt und erlaube mir nun, die bisher gewonnenen Resultate zu veröffentlichen.

Die Fragen, welche mich hierbei leiteten, sind folgende:

1) In welche Gewebe und Holztheile des Zweiges lagert sich bei den verschiedenen Holzgewächsen die Stärke ab, und zu welcher Zeit der Vegetation beginnt ihre Ablagerung?
2) In welchen Geweben und Theilen des Zweiges beginnt die Lösung der Stärke bei eintretender Vegetation, und wie schreitet dieselbe weiter?
3) Findet die Lösung der Stärke schon nach dem Eintritte des Saftes in die Pflanze, vor Beginn der Vegetation statt, oder steht sie in einer abhängigen Beziehung zu der letzteren?
4) Wie verhalten sich diejenigen Pflanzen oder Pflanzentheile, in welchen sich den Winter hindurch gar keine oder nur sehr wenig Stärke vorfindet, gegenüber denjenigen, bei welchen sich Stärke in grösserer Menge abgelagert hat?

Die Methode, nach welcher ich zur Beantwortung dieser Fragen verfuhr, ist folgende.

Nach Abschluss der Vegetationsperiode im Herbste untersuchte ich eine grössere Anzahl ein- bis achtjähriger Zweige desselben Baumes auf Stärke, um mir genaue Kenntniss darüber zu verschaffen, in welchen Geweben und Holztheilen sich die Stärke abgelagert hatte, und ob ihr Auftreten in allen Zweigen desselben Baumes constant sei oder nicht. Zu diesem Zwecke nahm ich von der Spitze der Zweige nach dem Stamme zu von Viertelzoll zu Viertelzoll eine Anzahl Quer- und Längsschnitte, behandelte dieselben mit einer concentrirten Jodlösung (6,3 Grm. Jod mittelst Jodkalium in 1000 CC. Wasser gelöst) und stellte den Sachbestand mit Hilfe des Mikroskopes fest.

In diesem ersten Theile meiner Untersuchung kam ich zu dem Resultate, dass sich die Stärke, wie schon Sanio[1]) beobachtete, in einer Species der Holzgewächse nicht nur in bestimmten Zellarten, und unter diesen häufig nur in solchen Zellen ablagert, welche einerlei Lage im Holzkörper haben, sondern dass auch die Ablagerung der Stärke bei den einzelnen Exemplaren einer Species in Bezug auf Zahl und Verbreitung der stärkeführenden Zellen constant auftritt.

Nachdem ich diese Einsicht gewonnen hatte, beschloss ich, Zweige verschiedener Hölzer getrennt vom Baume vegetiren zu lassen, die Lösungsvorgänge der Stärke in ihnen zu beobachten und die auf diesem Wege gewonnenen Resultate mit den Vorgängen zu vergleichen, welche im Frühjahre bei dem Erwachen der Vegetation in den im Freien befindlichen Pflanzen stattfinden.

In dieser Absicht nahm ich eine grössere Menge ein- und mehrjähriger Zweige von genau bezeichneten Aesten bestimmter Exemplare der weiter unten angeführten Holzgewächse, welche ich auf ihren Stärkegehalt untersucht hatte, bewahrte zur Controle neben meinen Notizen abgeschnittene Stücke der vom Baume genommenen Zweige auf und setzte die Zweige in einem

[1]) Untersuchungen über die im Winter Stärke führenden Zellen etc. Halle 1858.

geheizten Zimmer in Gefässe mit Wasser. Diese Zweige wurden darauf der Reihe nach einzeln in gewissen Zeitabschnitten, welche nach der vorgeschrittenen Vegetation derselben abgemessen wurden, in der oben angegebenen Weise untersucht, jedoch mit dem Unterschiede, dass hier die Schnitte behufs des Nachweises von Stärke nicht immer direct mit Jodlösung behandelt, sondern, wenn es nöthig schien, zuvor der Sachs'schen Methode unterworfen wurden.

Im Allgemeinen muss ich hier bemerken, dass es schwierig war, bei diesen Untersuchungen den für die Beobachtung günstigen Zeitpunkt zu treffen, indem mit der gleichweit vorgeschrittenen Entwickelung der jungen Zweige und Blätter die Lösung der Stärke nicht gleichen Schritt hielt, sondern bei gleichweit vorgeschrittener Entwickelung der jungen Blätter und Zweige in dem einen Zweige voraus, in dem anderen zurückgeblieben war, was einen genauen Einblick in die hier in Frage kommenden Vorgänge erschwerte. Doch fanden sich unter der grossen Menge der untersuchten Zweige auch viele, die sich bei der Untersuchung in dem Stadium befanden, in welchem sie diesen Einblick gewährten.

Zur Beantwortung der dritten Frage, ob nämlich eine Lösung der Stärke auch ohne Vegetation stattfindet, machte ich Versuche mit längeren und kürzeren Baumwurzeln, sowie mit Zweigen, denen ich die Knospen genommen hatte, indem ich sowohl Wurzeln als Zweige mit dem einen Ende in Gefässe mit Wasser steckte.

Da es mir ferner wichtig war, zu erfahren, wie sich in Bezug auf die Lösungsvorgänge der Stärke diejenigen Zweige verhalten, denen die Knospen nur theilweise fehlen, so nahm ich einigen Zweigen dieselben bis auf die Terminalknospe, anderen bis auf die unterste über dem Wasser, noch anderen bis auf die mittelste oder bis auf eine untere, eine mittlere und die Endknospe ab, ehe ich sie in Gefässe mit Wasser brachte.

Um zu sehen, wie weit die Zweige mit ihrem Vorrathe von Reservestoffen Blätter und junge Zweige zu entwickeln vermögen, und welchen Weg die neugebildeten Assimilations-

producte nehmen, wurden eine Anzahl Zweige an einem völlig dunkeln Orte in Wasser gesetzt. Nachdem in denselben sämmtliche Reservestoffe zur Bildung von jungen Blättern und Zweigen verwendet worden waren, wurden sie dem Lichte ausgesetzt und von diesem Zeitpunkte an das Auftreten der Stärke beobachtet.

Was die Holzarten betrifft, welche ich zu meinen Untersuchungen wählte, so bemerke ich, dass ich solche Hölzer in dieselben hineinzog, deren Zweige im Wasser Wurzeln bilden, und solche, bei denen dies nicht der Fall ist.

Ehe ich auf den speciellen Theil meiner Untersuchung eingehe, mögen die Resultate derselben hier ihre Stelle finden.

I. Ergebnisse meiner Beobachtungen an den im geheizten Raume ins Wasser gestellten Zweigen.

1) Die Lösung der Stärke findet erst nach eingetretener Vegetation statt.

Bevor die Knospen angeschwollen oder aufgebrochen waren, wurde eine Lösung von Stärke nicht beobachtet; in grösseren und kleineren Wurzeln, welche ich mit dem einen Ende ins Wasser steckte, sowie in Zweigen, welche keine Knospen gebildet hatten, oder bei denen dieselben abgestorben oder abgenommen worden waren, löste sich keine Stärke.

2) Nachdem die Vegetation eingetreten ist, zeigt sich eine bedeutende Anhäufung transitorischer Stärke an den Stellen, an welchen sich neue Organe bilden.

In den Knoten der Zweige, an welchen Blätter, neue Zweige und Wurzeln entstanden, sowie im Internodium an den Stellen, an welchen sich Wurzeln bildeten, sammelte sich nach dem Eintritte der Vegetation Stärke in solcher Menge an, dass besonders auf der Seite, auf welcher sich die Knospe befand, die Zellen der Markscheide und Markstrahlen strotzend voll davon waren. In gleicher Weise wurde an den genannten Stellen eine transitorische Stärkebildung in den übrigen stärkeführenden Zellen des Holzes und im Parenchym der secundären Rinde wahrgenommen.

3) Die nach einander stattfindenden Vorgänge, welche in Bezug auf die Lösung der Stärke bei der grösseren Mehrzahl der Zweige beobachtet wurden, sind folgende. Zuerst tritt transitorische Stärke in der Rinde auf; darauf sammelt sich solche in grosser Menge in den stärkeführenden Zellen der mit vegetativen Knospen versehenen Knoten an, und zwar bei Zweigen von Pflanzen mit zerstreuter Blattstellung vorzugsweise auf der Seite, an welcher sich die Knospe befindet. Nachdem sich junge Blätter entwickelt haben, ist eine Abnahme der Stärke im ganzen Internodium wahrzunehmen; doch löst sie sich in der Mehrzahl der Fälle vollständig zuerst in den mittleren Partien der Internodien, besonders wenn letztere verhältnissmässig sehr lang sind. Nur in zwei Fällen fand ich die Stärke im Internodium in nächster Nähe des Knotens früher gelöst, als in den übrigen Theilen desselben. In den Knoten bemerkt man dagegen eine Abnahme der Stärke nicht eher, als bis fast sämmtliche Stärke in den Internodien verschwunden ist, und es beginnt dann in der Regel bei Zweigen mit zerstreuter Blattstellung an dieser Stelle die Lösung an der der Knospe entgegengesetzten Seite.

4) Ob die Lösung der Stärke in allen Geweben zu gleicher Zeit beginnt, konnte ich nicht ermitteln. Dagegen bemerkte ich, nachdem die Vegetation schon etwas vorgeschritten war, in den verschiedenen stärkeführenden Geweben eine ungleiche Verminderung derselben, welche bei allen Hölzern constant war.

In den Hölzern, welche viel Holzparenchym enthalten, löste sich die Stärke vollständig zuerst in diesem Gewebe. Daneben hatte sie auch in den übrigen Geweben abgenommen, am meisten in den Holzfasern, in welchen sie sich auch in der Regel zunächst vollständig auflöste. Hierauf verschwand sie nach allmäliger Abnahme in der Markscheide, dann von Innen heraus in den Markstrahlen.

5) Bei denjenigen Zweigen, die im Wasser Wurzeln bilden, entwickeln sich die Wurzeln, ehe die Entfaltung der Knospen erfolgt; ja die Wurzeln sind meist schon beträchtlich lang geworden, bevor das Aufbrechen der Knospen bemerkt wird. In

den oberen Theilen dieser Zweige tritt vor der Entfaltung der Blätter keine Lösung von Stärke ein, wohl ist dies aber der Fall in den unteren Theilen derselben, so weit sich Wurzeln gebildet haben. Hier löst sich die Stärke zuerst in den zwischen den Wurzeln liegenden Partien der Internodien, während sich transitorische Stärke in der Nähe der Wurzeln anhäuft.

6) Bei denjenigen Zweigen, welchen die Knospen abgenommen worden waren, bildeten sich häufig seitlich der abgenommenen Knospen neue, in welchem Falle in Bezug auf die Lösungsvorgänge der Stärke zwischen diesen Zweigen und denen, welchen die Knospen gelassen worden waren, kein Unterschied stattfand. Wurden aber einzelne Knospen oder mehrere mit Ueberspringung je einer abgenommen und die Bildung neuer verhindert, oder waren einzelne Knospen abgestorben, so verhielten sich die den abgenommenen Knospen zunächst liegenden Internodien zusammen wie ein Internodium, indem sich die Stärke in den knospenlosen Knoten zu gleicher Zeit mit derjenigen in den ihnen naheliegenden Theilen der beiden Internodien löste. Waren eine grössere Anzahl Knospen neben einander abgenommen und das Hervortreten neuer ebenfalls verhindert worden, so schritt die Lösung der Stärke von den zur Vegetation gekommenen Knospen aus successive weiter fort.

7) Im mehrjährigen Zweige mit einjährigen Seitenzweigen löst sich die Stärke, nachdem sie in den einjährigen Seitenzweigen verschwunden ist, von den Stellen aus weiter, an welchen sich die einjährigen Zweige befinden. Die mehrjährigen Zweige mit Knospen verhalten sich wie die einjährigen.

8) In einem Exemplar von Salix fusca, in welchem sich im Sommer 1864 keine Stärke abgelagert hatte, fanden sich statt dieser in den sonst stärkeführenden Zellen eine grosse Menge kleiner linsenförmiger, das Licht stark brechender Körper vor, welche sich beim Kochen in Alkohol und in Aether lösten, in heissem Wasser, Säuren und Alkalien nicht lösten und ausserdem mit keinem der angewandten Reagentien eine Reaction gaben. Diese Körperchen verschwanden nach eingetretener Vegetation sowohl bei den im Winter ins Wasser gesetzten, als auch im Frühjahre bei den am Baume befindlichen Zweigen.

9) Es kommt vor, dass bei einzelnen Exemplaren mancher Baumarten den Zweigen — vielleicht allen Theilen des Baumes — im Winter die Stärke mangelt. Werden zu dieser Zeit Zweige von solchen Bäumen genommen und in ein Gefäss mit Wasser gesteckt, das sich in einem warmen Raume befindet, so zeigt sich in diesen Zweigen schon nach einigen Tagen Stärke, die sich von Tag zu Tag vermehrt und zuletzt in Menge in den stärkeführenden Zellen dieser Zweige auftritt. Dieselbe Erscheinung zeigte sich auch bei den Bäumen, von welchen die erwähnten Zweige genommen worden waren, nach eingetretenem Safte im Frühjahre. — Diese Beobachtungen wurden gemacht bei einem Exemplare von Salix fusca, bei mehreren Exemplaren von Tilia europaea und Betula alba.

Auch in Zweigen einiger anderer Pflanzen fand eine derartige Stärkebildung statt, indem sowohl bei den im Winter abgenommenen und in Wasser gestellten, als auch im Frühjahre bei den am Baume gebliebenen Zweigen nach eingetretenem Safte eine bedeutende Vermehrung der Stärke wahrgenommen wurde.

10) Zwischen den Zweigen, welche im Wasser Wurzeln bilden und denjenigen, bei welchen dies nicht der Fall ist, findet in Bezug auf die Lösungsvorgänge der Stärke kein Unterschied statt. Was dagegen das sonstige Verhalten dieser Zweige betrifft, so wurde die Beobachtung gemacht, dass die jungen Zweige, welche sich an den unbewurzelten Zweigen gebildet hatten, nachdem die Reservestoffe der letzteren verwendet worden waren, nach einiger Zeit abstarben, während die bewurzelten Zweige bis zum Herbste fortvegetirten.

11) In den Zweigen, welche im Dunkeln vegetirten, war nach einem Monate sämmtliche Stärke aufgezehrt. Die jungen Blätter hatten eine Länge von $1/2$ (Linde) bis $1 1/2$ Zoll (Buche) erreicht. Ausserdem hatten sich junge $1/2$ (Buche) bis 3 Zoll (Linde) lange Zweige gebildet. Bei den meisten dieser Zweige wurden die Blätter, nachdem sie dem Lichte ausgesetzt worden waren, braun und starben ab, bei anderen wurden sie dagegen durch Bildung von Chlorophyllkörnern grün. Die erste Stärke wurde hier in den Schliesszellen der Spaltöffnungen wahr-

genommen. In den Zweigen habe ich später mit Ausnahme der jungen diesjährigen keine Stärke vorgefunden. In den letzteren fand sich nur eine geringe Menge Stärke in einer Reihe Zellen der Rinde, welche ringsum im Zweige sämmtliche Bastbündel umgab.

II. Ergebnisse meiner Beobachtungen an den im Freien befindlichen Bäumen im Frühjahre.

1) Die Lösung der Stärke beginnt mit der erwachenden Vegetation.

Erst mit dem Anschwellen und Aufbrechen der Knospen begann in den Zweigen die Lösung der Stärke. Ungefähr gleichzeitig mit der Lösung der Stärke in den Zweigen beginnt auch die Lösung der Stärke in den Wurzeln, doch scheint dieselbe in den letzteren langsamer fortzuschreiten, als in den Zweigen, und von der Spitze aus zu erfolgen.

Die Beobachtung von Hartig[1]), nach welcher die Lösung der Stärke beim Ahorn Mitte Februar beginnen soll, kann ich nicht bestätigen, es sei denn, dass diese Pflanze durch warme Witterung zur genannten Zeit ausnahmsweise zu der Entfaltung ihrer Blätter veranlasst würde.

2) Wie bei den im Zimmer zur Vegetation gekommenen Zweigen, so tritt auch bei den Zweigen der im Freien befindlichen Pflanzen nach begonnener Vegetation eine grössere Menge transitorischer Stärke in der Rinde auf, und zwar die grösste Menge in der Rinde des Knotens auf derjenigen Seite, auf welcher sich die Knospe befindet. An dieser Stelle ist noch Stärke wahrzunehmen, wenn dieselbe im Holztheile schon völlig aufgezehrt ist.

3) So weit sich die Knospen erstrecken, tritt die Lösung der Stärke im ganzen Zweige zugleich ein; doch findet dieselbe hier ebenso wie bei den abgenommenen Zweigen in den Internodien früher statt, als in den Knoten, in welchen sich besonders

[1]) Botan. Ztg. 1858, No. 44.

auf der Seite, auf welcher sich die entfaltete Knospe befindet, so lange noch Stärke im Internodium vorhanden ist, eine grosse Menge transitorischer Stärke in der Rinde ansammelt.

4) In den verschiedenen Geweben schreitet die Lösung der Stärke ungleichmässig fort.

In der Mehrzahl der Fälle fand die vollständige Auflösung derselben zuerst im Holzparenchym und in den Holzfasern, darauf abwechselnd bald in der Markscheide, bald in den Markstrahlen oder in beiden Gewebstheilen zugleich statt.

5) Vollständig verschwand die Stärke zuerst in den einjährigen, darauf in den zweijährigen Zweigen etc.

6) Die Zeit, in welcher die Ablagerung der Stärke in den Zweigen beginnt, ist nicht für alle Hölzer dieselbe. Am spätesten tritt unter den von mir untersuchten Pflanzen die Wiederansammlung der Stärke bei den Papilionaceen ein, bei Robinia Pseudo Acacia und Cytisus Laburnum erst Ende Juli oder im August, und fand ich sowohl bei der Akazie als auch bei C. Laburnum, von welchen Hölzern ich Gelegenheit hatte, ganze Exemplare zu untersuchen, dass die Ablagerung der Stärke in den Wurzeln ihren Anfang nahm und von da aus im Stamme nach oben hin weiter erfolgte, bis sie zuletzt auch in den Zweigen auftrat.

Bei den übrigen bei uns einheimischen Hölzern kann man als mittlere Zeit, in welcher im Durchschnitt die Ablagerung der Stärke beginnt, die erste Hälfte des Monats Juni annehmen.

7) In den jungen Blättern bildet sich die erste Stärke in den Schliesszellen der Spaltöffnungen. Nach Ausbildung der Blätter kann man sie in den Blattstielen nach abwärts weiter verfolgen. In diesen findet sie sich ringsum in einer oder mehreren Zellreihen der Rinde, welche die Bastbündel nach Aussen begrenzen. Auch in den jungen und später in den älteren Zweigen tritt die erste Stärke in der Rinde auf, und zwar ebenfalls in denjenigen Rindenparenchymzellen, welche die Bastbündel nach Aussen begrenzen und diese ringsum im ganzen Zweige umschliessen. Später tritt auch Stärke ausserhalb dieser Zellschicht und noch später in den Markstrahlen der Rinde, dann in der ganzen Rinde auf. Darauf findet sie sich

bei den meisten Hölzern im Marke und in den Markstrahlen, bei anderen auch zugleich im Holzparenchym.

Dies sind im Wesentlichen die Resultate meiner Untersuchungen. Was den nun folgenden speciellen Theil dieser Arbeit anlangt, so mag es genügen, wenn ich in den meisten Fällen bei meiner Darstellung die an den einzelnen Zweigen einer Holzart gemachten Beobachtungen zusammenfasse. Es werden dabei die Zeiten angegeben, in welchen die Untersuchungen stattfanden, um daraus die Dauer der Vegetationszeit ersehen zu können. Bei der ersten Versuchsreihe bezeichnet das Datum, an welchem die Ablagerung der Reservestoffe festgestellt wurde, zugleich die Zeit, zu welcher die Zweige zur Vegetation in Wasser gestellt wurden; geschah letzteres zu einer anderen Zeit, so wird diese besonders angegeben.

I. Beobachtungen an den während des Winters im geheizten Raume in Wasser gestellten Zweigen.

A. Versuche mit Zweigen, denen sämmtliche Knospen gelassen wurden.

1. Salix dasycarpa.

Den 26. November 1867. Die Stärke fand sich in der Markscheide, in den Markstrahlen und ausserdem im einjährigen Zweige in einzelnen Holzparenchymzellen der unteren Internodien vor. In der Rinde hatte sich keine Stärke abgelagert.

1) Den 4. December. Die Knospen waren angeschwollen. Es fand sich Stärke in der Rinde vor.

Den 18. December. Bei einigen einjährigen Zweigen waren die oberen Knospen aufgebrochen und die jungen Blätter $^1/_2$ Zoll lang geworden. Einige Zweige hatten mehrere Linien lange Wurzeln gebildet.

In den Knoten, an welchen sich die aufgebrochenen Knospen oder jungen Wurzeln befanden, sowie an den Stellen der Internodien, an welchen junge Wurzeln entstanden waren, hatte sich

eine grosse Menge Stärke besonders auf der Seite abgelagert, an welcher sich die Knospen und Wurzeln befanden.

Bei anderen Zweigen, deren Knospen noch nicht aufgebrochen, sondern nur angeschwollen waren, hatte sich die Stärke in den Internodien überall etwas vermindert, in den Knoten hingegen angesammelt; letzteres in der Markscheide und Rinde besonders auf der Seite, an welcher sich die Knospe befand.

Den 7. Januar 1868. Die jungen Zweige waren mit ihren Blättern 1 Zoll lang geworden. Die Stärke war in den Zweigen von oben her verschwunden und fand sich nur noch in den untersten Internodien; doch hatte sie auch in diesen abgenommen und sich in den Knoten angehäuft, besonders in der Rinde an der Seite, an welcher sich Knospen und Wurzeln befanden.

2 Den 18. December 1867 vom Baume genommene und in Wasser gesetzte Zweige.

Den 17. Januar 1868. Einige der oberen Knospen waren zu jungen Zweigen ausgewachsen, die übrigen nur angeschwollen.

Hier fand sich in allen Knoten Stärke in grosser Menge vor. In den Knoten mit Knospen, die am weitesten in der Entwickelung zu Blättern zurückgeblieben waren, hatte sich die Stärke ringsum fast gleichmässig abgelagert, während bei den weiter vorgerückten Knospen auf der ihnen gegenüberliegenden Seite Stärke gelöst war, und zwar um so mehr, je weiter sich die Knospen entfaltet hatten; doch in denjenigen Knoten, an welchen sich junge Zweige befanden, hatte sich sämmtliche Stärke gelöst.

In dem mittleren Theile der Internodien hatte sich die Stärke bis auf wenige in der Rinde gelöst. Weiter nach oben und unten im Internodium hatte sie sich in der Markscheide ganz, in den Markstrahlen nur zum Theil, besonders von Innen heraus, gelöst.

Den 22. Januar. An den unteren Knoten und Internodien einiger Zweige hatten sich bis 3½ Zoll lange Wurzeln, an den oberen Knoten junge Zweige entwickelt. Soweit sich aufgebrochene Knospen fanden, hatte sich im oberen Theile der

Zweige sämmtliche Stärke gelöst. In den übrigen Theilen war nur noch Stärke in den Knoten und unteren Internodien an den Stellen, an welchen sich Wurzeln befanden, und zwar im Rindenparenchym und in den Markstrahlen in der Nähe der Knospen und Wurzeln. In den Markstrahlen des Holzes hatte sich hier die Stärke entweder bis auf die in einigen äusseren Zellen oder bloss eine Strecke von Innen nach Aussen gelöst, und zwar je weiter, je mehr dieselben seitlich von der Knospe entfernt lagen.

Einige Zweige waren sehr lang und zählten 10 Internodien. An denselben hatten sich Wurzeln gebildet, und eine oder zwei ihrer mittleren Knospen waren entfaltet.

In diesen Zweigen hatte sich die Stärke in den Knoten gelöst, an welchen sich die aufgebrochenen Knospen befanden, bei Zweigen mit mehreren aufgebrochenen Knospen auch in den zwischen diesen Knospen liegenden Internodien. In den diese Knospen begrenzenden Internodien hatte sie sich von den Knospen aus auf- und abwärts bis etwas über die Mitte gelöst. Von da an fand sich zunächst Stärke in der Rinde, weiter ab- und aufwärts auch in den Markstrahlen, noch tiefer und höher erstreckte sie sich in den Markstrahlen bis in die Markscheide, doch nur auf einer Seite und so, dass sie sich nach oben und unten zu beiden Seiten allmälig immer weiter ausbreitete, bis sie im Knoten den halben Umfang des Zweiges einnahm. Im oberen Theile der Zweige hatte sie sich in der Mitte der Internodien gelöst, in den unteren, über dem Wasser befindlichen Theilen fand sie sich auf der Hälfte der Zweige in schraubenliniger Richtung, welche mit dem Wendel der Blattstellung zusammenfiel; doch trat sie auch hier in den mittleren Theilen der Internodien so zurück, dass sie sich hier oft nur noch in der Rinde vorfand. In den über den Wurzeln liegenden Internodien hatte sie sich bis auf $1/4$ Zoll Entfernung von den Knoten ganz gelöst.

Bei denjenigen Zweigen, bei welchen aus fast allen Knospen junge Zweige und an den im Wasser befindlichen Theilen Wurzeln entstanden waren, hatte sich im oberen Theile alle Stärke bis auf wenige in der Rinde einiger Knoten aufgelöst, deren junge Zweige nicht so weit vorgerückt waren, als die der übrigen.

In den unteren Knoten der Zweige fand sich dagegen noch Stärke in der Rinde und geringe Menge in den Markstrahlen und in der Markscheide auf der Seite, an welcher sich in jedem Knoten der junge Zweig befand. In gleicher Weise war auch noch Stärke in der Nähe der Wurzeln vorhanden.

Einige mehrjährige Zweige, denen die Seitenzweige genommen worden waren, hatten eine grössere Menge 3—3½ Zoll lange Wurzeln und 2 Zoll lange Zweige mit ¾ Zoll langen Blättern gebildet. Die jungen Zweige befanden sich oben, in der Mitte und unten.

In dem 5 Zoll langen knospenlosen Stück zwischen den oberen und mittleren Zweigen fand sich Stärke in der Rinde. In der Markscheide war sie hier ganz, in den Markstrahlen von Innen heraus in dem ersten Jahresringe gelöst. In der Nähe der jungen Zweige hatte sie sich auf der einen Seite in sehr grosser Menge in der Rinde, in der Markscheide und in den Markstrahlen angesammelt. Aehnlich war der Befund in den unteren Theilen des Zweiges.

2. Salix aurita.

Den 26. November 1867. In den einjährigen Zweigen hatte sich die Stärke in der Markscheide, in den Markstrahlen und in einzelnen Holzparenchymzellen abgelagert. In der Rinde fand sich mit Ausnahme der unteren Theile der Zweige ebenfalls Stärke vor, und nach der Spitze zu hatte sich auch im Marke Stärke abgelagert. In den vieljährigen Zweigen hatte sich dagegen die Stärke bloss in der Markscheide und in den Markstrahlen abgelagert.

Den 1. Februar 1868. Es hatten sich Wurzeln und aus einer Anzahl Knospen junge Zweige entwickelt, die übrigen Knospen waren eben aufgebrochen.

In den Internodien hatte sich sämmtliche Stärke aufgelöst, desgleichen in den Knoten mit den jungen Zweigen, welche am weitesten entwickelt waren. In den Knoten mit weniger entwickelten jungen Zweigen war in deren Nähe noch Stärke im Parenchym der Rinde, in den Knoten mit den am wenigsten

entwickelten jungen Zweigen an dieser Stelle auch noch wenige in den Markstrahlen.

3. Salix Caprea.

Den 26. November 1867. Die einjährigen Zweige enthielten Stärke in der Markscheide, in den Markstrahlen, in einzelnen Parenchymzellen und Holzfasern. Im mehrjährigen Zweige fand sich im Holze mit Ausnahme des letzten Jahresringes auch noch Stärke im Herbstholze vor.

Den 9. Februar 1868. Die Stärke hatte sich im einjährigen Zweige in den Holzfasern und Holzparenchymzellen ganz gelöst, in den übrigen Geweben in den Internodien vermindert, im Knoten dagegen auf der Seite angesammelt, an welcher sich der junge Zweig befand.

An einigen mehrjährigen Zweigen ohne Seitenzweige hatten sich junge Zweige bis zu 4 Zoll Länge und mehrere 1 bis 2 Zoll lange Wurzeln gebildet.

In den längeren Theilen des Zweiges, an welchen sich keine Knospen gebildet hatten, war keine Lösung von Stärke wahrzunehmen, während sie sich in den Internodien zwischen jungen Zweigen oder eben entfalteten Knospen entweder ganz oder in dem mittleren Theile gelöst hatte; ebenso war auch die Stärke in den in der Nähe der jungen Zweige liegenden Internodien verschwunden. Höher und tiefer von denselben fand sie sich zuerst in der Rinde wieder, darauf in den Markstrahlen, dann in geringer Menge in der Markscheide und im Herbstholze der älteren Jahresringe vor. In den Knoten mit jungen Zweigen hatte sich die Stärke bis auf eine geringe Menge in der Nähe der jungen Zweige aufgelöst. In den Knoten mit entfalteten Knospen fand sich ebenfalls nur an der durch den Stand der Knospe bezeichneten Seite Stärke, jedoch hatte sie sich auch hier in der Markscheide und von Innen heraus in den Markstrahlen gelöst, in der Rinde jedoch in grösserer Menge angesammelt, besonders in den Markstrahlen derselben.

4. Salix nigra pendula.

Den 29. November 1867. In den einjährigen Zweigen nahm die Stärke von oben nach unten zu und hatte sich in der Markscheide und in den Markstrahlen so abgelagert, dass ein Theil der Zellen dieser Gewebe ohne Stärke war. Ausserdem fand sich eine geringe Menge Stärke in der Rinde. Im zweijährigen Zweige nahm die Stärke in der Markscheide zu, fehlte dagegen in der Rinde. Im vieljährigen Zweige hatte sich die meiste Stärke in den Markstrahlen abgelagert und fehlte entweder in der Markscheide ganz oder war nur in geringer Menge in derselben vorhanden. Ausserdem hatte sie sich noch in den äussersten Herbstholzzellen der Jahresringe mit Ausnahme des äusseren abgelagert.

Den 20. December 1867. An einigen mehrjährigen Zweigen hatten sich in der Mitte einiger Internodien Wurzeln gebildet. Die Knospen waren noch unverändert. Die Stärke hatte sich in grosser Menge nahe den Wurzeln in der Rinde angesammelt, während sie sich im Holze im ganzen Internodium gelöst hatte. In den nächst höheren Internodien fand sich noch eine geringe Menge Stärke in der Rinde, in den übrigen Theilen des Zweiges war bezüglich der Lösung derselben keine Veränderung wahrzunehmen.

Den 18. Januar 1868. An einigen mehrjährigen Zweigen hatten sich 2 Zoll lange Wurzeln gebildet, die Knospen waren noch unverändert.

Auf der den Wurzeln gegenüberliegenden Seite des Zweiges hatte sich sämmtliche Stärke gelöst, während sie sich auf der entgegengesetzten Seite in der Nähe der Wurzeln bloss in der Markscheide gelöst, in der Rinde hingegen in grosser Menge angesammelt hatte. In den übrigen Theilen der Zweige zeigte sich hier mit Ausnahme der Knoten, wo sich Stärke in der Rinde vorfand, bezüglich ihrer Menge keine Veränderung.

Den 19. Januar 1868. An den einjährigen Zweigen waren $1\frac{1}{2}$ Zoll lange Wurzeln entstanden, die Knospen noch nicht entfaltet.

In der Rinde hatte sich die Stärke vermehrt, besonders auf der Seite, an welcher die Wurzeln standen. Auf- und abwärts von diesen nahm ihre Menge ab, fand sich aber in einiger Entfernung von diesen wie vor der Vegetation vor.

An einigen vierjährigen Zweigen hatten sich $1^1/_2$ Zoll lange Wurzeln entwickelt und einige Knospen entfaltet.

Auf der einen Seite der Knoten, an welchen sich die Wurzeln befanden, zeigte sich eine grössere Menge Stärke in der Markscheide, in den Markstrahlen und in der Rinde, während sie im Holztheile auf der entgegengesetzten Seite sehr abgenommen hatte oder ganz fehlte. Fehlte sie daselbst ganz, so war auch keine Stärke mehr in den angrenzenden Internodien oder nur Spuren derselben in den Markstrahlen. In den Knoten mit aufgebrochenen Knospen und in deren Nähe war die Veränderung wie gewöhnlich eingetreten.

5. Salix alba.

Den 23. November 1868. Die Stärke hatte sich in der Markscheide, in den Markstrahlen, in den Holzparenchymzellen und in den Holzfasern abgelagert; von den letzteren Zellen war mehr als die Hälfte mit Stärke erfüllt. Auch in der Rinde und im Cambium fand sich eine geringe Menge Stärke vor.

Den 24. Februar 1869. Es waren mehrere 2 Zoll lange Zweige und Wurzeln entstanden.

In den oberen Theilen der einjährigen Zweige fand sich nur noch Stärke in der Markscheide, in dem unteren Theile trat sie in den mittleren Partien der Internodien so zurück, dass sie sich oft nur noch in der Rinde vorfand. In anderen Zweigen, in welchen die Knospen sich nicht verändert, dagegen sich Wurzeln entwickelt hatten, war oben keine, unten alle Stärke gelöst.

6. Salix americana.

Den 26. November 1868. Die Stärke hatte sich im Marke, in der Markscheide, in den Markstrahlen und in grosser Menge in den Holzparenchymzellen und Holzfasern abgelagert.

1) Den 25. Januar 1869. An 6 Fuss langen, oben ein-, unten zweijährigen Zweigen hatte sich eine grosse Menge bis 7 Zoll langer Wurzeln gebildet, auch waren einige junge Zweige entstanden. Einen dieser Zweige untersuchte ich genauer als die übrigen. An ihm befand sich an dem über den Wurzeln zunächst liegenden Knoten ein 2 Zoll langer junger Zweig, in $2^1/_2$ Fuss Entfernung von diesem ein kleinerer, $^1/_3$ Fuss höher ein grösserer, $^2/_3$ Fuss aufwärts ein eben solcher, noch 1 Fuss höher ein kleinerer, und an den vorletzten oberen Knoten sassen ebenfalls junge Zweige.

In dem im Wasser befindlichen Theile, an welchem sich die Wurzeln gebildet hatten, war die Stärke in der Markscheide und im ersten Jahresringe ganz gelöst, im unteren Knoten auch in den Holzparenchymzellen und in den Markstrahlen des zweiten Jahresringes, sowie in der Nähe der letzteren in den Holzfasern. In diesen hatte sie sich auch im zweiten Jahresringe vermindert, besonders an der Seite, welche den Wurzeln gegenüber lag. In der Nähe der Wurzeln hatte sich dagegen eine grössere Menge Stärke in der Rinde abgelagert.

Im Internodium zwischen den obersten Wurzeln und dem untersten jungen Zweige hatte sich im mittleren Theile die Stärke von Innen her so vermindert, dass sie in der Markscheide und im ersten Jahresringe, sowie im Frühlingsholze des zweiten Jahresringes mit Ausnahme der Markstrahlen und in der Rinde ganz fehlte. Nach den beiden Knoten hin nahm sie auf der einen Seite allmälig nach Innen wieder zu und erstreckte sich in der Nähe der Knoten und in den Knoten selbst, in welchen sie sich auch in der Rinde in grosser Menge vorfand, bis in die Markscheide.

Das über dem untersten jungen Zweige befindliche $1^1/_2$ Fuss lange Stück war ohne Knospen. Im unteren Theile desselben hatte sich die Stärke von Innen heraus bis über das Frühlingsholz des zweiten Jahresringes gelöst, sowie auch von Aussen in einem Theile der Markstrahlen. Aufwärts nahm sie nach und nach wieder zu, bis sie nach Innen den schmalen ersten Jahresring erreichte, von wo sie auch in der Rinde auftrat. In den über diesem Stücke befindlichen Knoten fand sich auf der Seite,

an welcher die Knospe stand, Stärke bis zur Markscheide, während sie auf der entgegengesetzten Seite wie in den Internodien auftrat.

Von dieser Knospe an war der Zweig einjährig. Dieser Theil war $4^1/_2$ Fuss lang und hatte 8 junge Zweige gebildet. In den obersten Internodien desselben hatte sich die Stärke ganz aufgelöst, in den tiefer befindlichen fand sich im unteren Theile noch wenige Stärke in den Holzfasern. Von da an nahm sie nach unten zu, war aber in ihrem Auftreten etwas veränderlich, indem sie sich in den Markstrahlen bald ganz, bald bis auf eine geringe Menge gelöst hatte. Ebenso fand sich an manchen Stellen noch Stärke in der Markscheide oder auch in der Rinde vor; in den Holzfasern trat bald mehr Stärke nach Innen, bald mehr nach Aussen auf. Was die Knoten anlangt, so war in denselben, ausser in der Markscheide und Rinde, noch in allen oben genannten Gewebstheilen Stärke vorhanden.

2) Von den dreijährigen Zweigen wurde ein $2^1/_2$ Fuss langer Zweig genauer untersucht als die übrigen. Derselbe hatte vier junge Zweige getrieben, von denen zwei oben und zwei unten, beide Paare $2^2/_3$ Fuss aus einander, standen. Die unteren waren 4 Zoll lang, die oberen kürzer. Wurzeln hatten sich an ihm in grosser Menge gebildet. Die Stärke hatte sich in dem im Wasser befindlichen Theile fast ganz gelöst; nur in den Markstrahlen fand sich mehr oder weniger Stärke nach Aussen, ebenso in der Nähe der Wurzeln eine grössere Menge in der Rinde, besonders in den Markstrahlzellen vor. In dem zwischen den oberen und unteren jungen Zweigen befindlichen Stücke hatte sich die Stärke in der Markscheide, in den Markstrahlen und im Holze von Innen her bis zur Hälfte des zweiten oder bis zum dritten Jahresringe gelöst. Erst nahe den oberen Zweigen trat sie auf der Seite, an welcher diese stehen, wieder bis in die Markscheide auf.

7. Salix fusca.

Den 25. November 1868. In den einjährigen Zweigen fand sich keine Stärke vor, in den zweijährigen nur nach Aussen in

den Markstrahlen und in einigen Holzzellen; in den vieljährigen Zweigen ebenfalls nach Aussen in den Markstrahlen und in einer grösseren Menge Holzzellen.

Den 6. Februar 1869. Die mehrjährigen Zweige hatten viele Wurzeln und einige junge Zweige gebildet. An einem, den ich genauer untersuchte, war über dem Wasser ein 10 Zoll langer und oben ein 5 Zoll langer Zweig entstanden.

Im Knoten mit dem unteren jungen Zweige fand sich noch Stärke an der einen Seite im äusseren Jahresringe und in der Rinde. Ausserdem war im Zweige die Stärke bis zum oberen jungen Zweige aufgelöst. Im Knoten mit dem oberen jungen Zweige hatte sie sich an der Seite, an welcher sich der Zweig befand, in grosser Menge in allen Theilen bis zur Markscheide angesammelt, an der entgegengesetzten aber gelöst. Oberhalb des oberen jungen Zweiges hatte sich jedoch keine Stärke gelöst.

Den 19. Februar 1870. In den sämmtlichen Zweigen eines Exemplars von S. fusca war keine Spur von Stärke wahrzunehmen. Eine Anzahl dieser Zweige, welche in Wasser gesetzt wurden, zeigte Folgendes.

Den 22. Februar 1870. Es fand sich in den vorher stärkelosen Zweigen Stärke in der Rinde, in den Markstrahlen und in der Markscheide.

Den 6. März 1870. Die Knospen waren aufgebrochen. In der Markscheide und in den Markstrahlen hatte die Stärke zugenommen und fand sich in diesen Geweben in Menge vor.

Den 10. März 1870. Die jungen Zweige waren $^1/_2$ bis 1 Zoll lang. Die Stärke hatte sich in den Internodien vermindert, im Knoten angesammelt.

Den 12. März 1870. Es fand sich, dass bei einigen Zweigen, bei welchen einige Knospen noch nicht aufgebrochen waren, in den Knoten die Stärke in grosser Menge angesammelt, im mittleren Theile der Internodien bis auf eine geringe Menge in der Rinde fast ganz verschwunden war. In den Knoten mit vorgerückten Zweigen fand sich nur noch Stärke in der Rinde.

Den 14. März 1870. In den Internodien war die Stärke bis in die Nähe der Knoten, ausser einer geringen Menge in der Rinde, fast ganz gelöst.

Den 19. März 1870. In den Zweigen, die ich an diesem Tage untersuchte, war die Stärke im mittleren Theile des Internodiums ganz verschwunden, nahm nach den Knoten hin zu und fand sich in deren Nähe, sowie in diesen selbst, in der Markscheide, in den Markstrahlen und in sehr grosser Menge in der Rinde.

8. Salix rosmarinifolia.

Den 28. November 1869. Die Stärke hatte sich in der Markscheide, in den Markstrahlen und in der Rinde abgelagert, desgleichen im Holzparenchym und in einigen Holzfasern; in den letzteren in grösserer Menge im äusseren Jahresringe des mehrjährigen Zweiges. In den obersten Internodien fand sich noch Stärke im Marke.

Den 4. Februar 1870. Die Zweige haben oben bis 7 Zoll, unten bis 3 Zoll lange junge Zweige und bis 9 Zoll lange Wurzeln gebildet.

In den Internodien hatte sich die Stärke gänzlich gelöst. In den oberen Knoten mit jungen Zweigen hatte sich an der Seite, an welcher sich diese Zweige befanden, keine Stärke gelöst, wohl aber an der gegenüberliegenden, bis auf eine geringe Menge in den Markstrahlzellen, nach Aussen. In den Knoten mit weit vorgerückten jungen Zweigen fehlte sie auf der Seite, an welcher die jungen Zweige standen, ganz in der Markscheide und in den Markstrahlen von Innen heraus.

In mehrjährigen Zweigen hatte sie sich in grösseren Stücken, welche ohne Knospen waren, gelöst, wenn sich diese Stücke zwischen weit vorgerückten jungen Zweigen befanden. In der Nähe der Wurzeln und in den Knoten mit jungen Zweigen fand sich hier auch Stärke in der Rinde vor.

9. Salix argentea.

Den 28. November 1869. Die Stärke fand sich im ein- und mehrjährigen Zweige in der Markscheide, in den Markstrahlen und in geringer Menge in der Rinde. Im einjährigen

Zweige hatte sich ausserdem fast in allen übrigen Zellen des Holzes Stärke abgelagert, im vieljährigen Zweige in solcher Menge nur im äusseren Jahresringe.

Den 24. Januar 1870. Ein mehrjähriger Zweig hatte Wurzeln und oben einen 5 Zoll langen jungen Zweig mit $2^1/_2$ Zoll langen Blättern gebildet. Zwischen den Wurzeln hatte sich die Stärke in der Markscheide und in dem ersten Jahresringe gelöst. Je höher nach oben, desto weiter trat sie von Innen nach Aussen im Zweige zurück und fand sich einen Zoll unter dem jungen Zweige fast nur noch in den äusseren Markstrahlzellen. Von $^1/_2$ Zoll unter demselben an nahm sie aufwärts nach Innen wieder zu und trat im Knoten auch in der Markscheide, sowie in der Rinde auf. Oberhalb des jungen Zweiges nahm sie von Innen heraus wieder ab.

Den 28. Januar 1870. Ein mehrjähriger Zweig hatte ausser den Wurzeln oben einige bis 5 Zoll lange, unten ebenfalls junge Zweige gebildet.

Die Stärke hatte sich an den Stellen, an welchen sich die jungen Zweige befanden, sehr in der Rinde vermehrt und in den übrigen oben genannten Gewebstheilen nicht vermindert. In dem grösseren, zwischen den oberen und unteren Zweigen befindlichen Stücke war nur noch an den beiden Enden Stärke vorhanden, doch war sie auch hier an den den Zweigen entgegengesetzten Seiten gelöst. Nach dem nächsten Knoten hin verschwand sie zuerst in der Markscheide, dann löste sie sich im ersten Jahresringe, sammelte sich jedoch hier in grosser Menge in der Rinde an. Zwischen den Wurzeln war nur noch Stärke in der Markscheide vorhanden.

10. Salix fragilis.

Den 23. November 1869. Die Stärke hatte sich in der Markscheide, in den Markstrahlen, im Holzparenchym, in den Holzfasern und in geringer Menge in der Rinde abgelagert; die Stärke führenden Holzfasern lagen zerstreut.

Den 27. Januar 1870. Ein zweijähriger Zweig hatte Wurzeln, über diesen einen 2 Zoll langen, 8 Internodien unter der Spitze einen 6 Zoll langen jungen Zweig gebildet.

Im unteren Theile des Zweiges war bloss noch Stärke in der Rinde an der Seite vorhanden, an welcher sich die Wurzeln und der junge Zweig befanden. In den Internodien, welche dem oberen jungen Zweige zunächst lagen, hatte sich die Stärke aufgelöst, während im oberen Theile des Zweiges keine Verminderung derselben wahrzunehmen war.

Den 31. October 1870. Die Stärke fand sich abgelagert wie vorher.

Den 25. November 1870. Es hatten sich 1 Zoll lange Wurzeln, keine Zweige gebildet.

Eine Verminderung der Stärke war bloss oberhalb der Wurzeln und zwischen denselben wahrzunehmen.

Den 17. December 1870. Die Zweige hatten $1\frac{1}{2}$ Zoll lange Wurzeln, keine jungen Zweige gebildet.

In der Nähe der Wurzeln befand sich ringsum eine sehr grosse Menge Stärke in der Rinde. Im äussersten Jahresringe hatte sie sich bis auf die im Frühlingsholze aufgelöst. 3 Zoll oberhalb der Wurzeln fand sie sich wieder in ihrer ursprünglichen Menge und Lagerung vor.

In den einjährigen Zweigen mit Wurzeln und ohne entwickelte Knospen hatte die Stärke im unteren Theile allgemein abgenommen, im oberen war keine Abnahme bemerkbar.

11. Alnus incana.

Den 29. November 1869. Die Stärke hatte sich in der Markscheide, in den Markstrahlen, im Holzparenchym und in zerstreut liegenden Holzfasern abgelagert.

Den 4. April 1870. Die Knospen waren aufgebrochen.

Es befand sich noch eine geringe Menge Stärke in der Markscheide und hier und da in den Markstrahlen; in den Holzparenchymzellen und in den Holzfasern war sie ganz verschwunden. In den zweijährigen Zweigen mit aufgebrochenen Knospen war die Stärke mit Ausnahme derjenigen in den Knoten verschwunden. Im zweijährigen Theile, welcher keine Knospen hatte, war nur noch wenig Stärke in der Markscheide und in den Markstrahlen zu finden.

12. Alnus glutinosa.

Den 29. November 1869. Die Stärke hatte sich im Marke, in der Markscheide, in den Markstrahlen, im Holzparenchym und in zerstreut liegenden Holzfasern, sowie in der Rinde abgelagert.

Den 28. März 1870. An mehrjährigen Zweigen mit einjährigen Seitenzweigen hatten sich junge Blätter entwickelt.

In den einjährigen Zweigen war die Stärke gelöst, in den mehrjährigen Zweigen war die meiste an den Stellen gelöst, an welchen sich die einjährigen Seitenzweige befanden. Ausserdem fand sich hier die Stärke an manchen Stellen in den Markstrahlen gelöst, ebenso im ersten Jahresringe des Holzes. In der Rinde befand sich noch eine geringe Menge Stärke, in den Holzfasern und Holzparenchymzellen hatte sie sich ebenfalls vermindert.

13. Acer campestre.

Den 29. November 1869. Die Stärke befand sich in der Markscheide, in den Markstrahlen und in dem die Gefässe umgebenden Holzparenchym, sowie im Herbstholze der Jahresringe.

Den 3. April 1870. Die Knospen waren aufgebrochen, hier und da zeigten sich kleine Blätter.

In den einjährigen Zweigen hatte sich die Stärke aufgelöst, in den mehrjährigen auch in der Nähe der einjährigen Seitenzweige. In den zwischen den letzteren liegenden Zweigstücken fehlte die Stärke entweder ganz oder nur im ersten Jahresringe.

14. Populus pyramidalis.

Den 3. December 1869. Die Stärke hatte sich im Marke, in den Markstrahlen, im Cambium, im Holzparenchym, in den Holzfasern und in der Rinde abgelagert, in letzterer eine sehr grosse Menge im mehrjährigen Zweige, wenige im einjährigen Zweige.

Den 25. Januar 1870. Einige Zweige, von welchen oben ein Stück abgeschnitten worden war, hatten 2—2½ Zoll lange Wurzeln und am oberen Ende 2 Zoll lange Zweige mit ¾ Zoll langen Blättern gebildet.

Im oberen Theile dieser Zweige war die Stärke ganz gelöst. Nur wenn sich noch ein Knoten mit noch nicht weit vorgerückten Knospen über den jungen Zweigen vorfand, war die Stärke in diesem noch in grosser Menge vorhanden. In den Knoten mit erst aufgebrochenen Knospen fand sich die Stärke auf der der Knospe entgegengesetzten Seite gelöst, in der Nähe der Knospe hingegen noch in grosser Menge. In den tieferen Internodien nahm sie nach dem mittleren Theile zu von Innen heraus ab, so dass sie sich zuletzt nur noch in der Rinde befand. Im untersten Theile der Zweige hat sie sich nur wenig vermindert, mehr auf der einen Seite und in der Markscheide.

Den 4. Februar 1870. Mehrere zweijährige Zweige hatten keine Wurzeln gebildet, wohl waren aber oben junge Zweige entstanden und einige Knospen aufgebrochen.

Unten hatte sich in diesen Zweigen keine Stärke gelöst, im oberen Theile hatte sie sich jedoch in der Markscheide und im Marke gänzlich, in den Holzfasern und im Holzparenchym zum grossen Theil gelöst.

15. Corylus Avellana.

1) Den 29. November 1869. Die Stärke fand sich in der Markscheide, in den Markstrahlen und im Holzparenchym, im letzteren besonders um die Gefässe abgelagert.

Den 29. März 1870. In den einjährigen Zweigen hatten sich die Knospen zu jungen Zweigen entwickelt.

In den Internodien war bei einigen Zweigen die Stärke im Holzparenchym, bei anderen ausserdem auch in der Markscheide verschwunden. In den Knoten war keine Verminderung derselben eingetreten.

2) Bei am 20. Februar 1870 ins Wasser gesetzten Zweigen, welche von einem anderen Baume genommen worden waren, hatte sich, ausser in den oben angeführten Geweben, auch etwas Stärke in der secundären Rinde abgelagert.

Den 29. März 1870. Es hatten sich junge Zweige und Blätter entwickelt.

Es war keine Abnahme der Stärke zu bemerken, doch hatte sie im Knoten und in der Rinde zugenommen.

3) Den 1. März 1871. Die Stärke hatte sich wie in den vorhergehenden Zweigen abgelagert.

Den 16. April 1871. Es hatten sich junge Blätter gebildet.

Die Stärke hatte sich in den Internodien bis auf wenige in den Markstrahlen und in der Markscheide gelöst, im Knoten angesammelt.

Den 28. April 1871. Die Auflösung der Stärke war entweder im ganzen Internodium oder nur in den mittleren Theilen desselben erfolgt. In den Knoten fand sich noch Stärke in dem in die jungen Zweige übergehenden Theile der Markscheide, in den diesem naheliegenden Markstrahlen und Rindenparenchymzellen.

16. Tilia europaea.

1) Den 20. Februar 1870. Die ein- und zweijährigen Zweige mehrerer Bäume zeigten keine Spur von Stärke, als sie ins Wasser gesetzt wurden.

Den 28. Februar 1870. Es fand sich in diesen Zweigen, in der Rinde und in den Markstrahlen Stärke in Menge.

2) Den 20. Februar 1870. In den Zweigen anderer Exemplare dieser Baumart fand sich Stärke in den Markstrahlen, besonders im letzten Jahresringe und geringe Menge in der Rinde.

Den 28. Februar 1870. In diesen Zweigen hatte sich die Stärke in den Markstrahlen und in der Rinde vermehrt.

17. Syringa vulgaris.

Den 27. Februar 1870. Die Stärke hatte sich in sehr grosser Menge in der Markscheide und in den Markstrahlen abgelagert.

Den 14. März 1870. Es waren junge 2 Zoll lange Zweige mit Blättern entstanden.

In den Internodien war die Stärke gleichmässig bis auf geringe Menge in den genannten Geweben gelöst, in der Rinde hatte sich dagegen Stärke abgelagert. In den Knoten fand sie sich in grösserer Menge.

18. Evonymus europaeus.

Den 20. Februar 1870. Die Stärke hatte sich in der Markscheide, in den Markstrahlen und im Holzparenchym abgelagert.

Den 18. Mai 1870. Die Knospen waren verdorrt. Es hatte sich keine Stärke gelöst.

19. Betula alba.

Den 20. Februar 1870. In den Zweigen eines Baumes fand sich keine Stärke vor.

Den 23. Februar 1870. In allen Zweigen zeigte sich Stärke.

Den 27. Februar 1870. Die Knospen waren aufgebrochen. Es fand sich eine sehr grosse Menge Stärke in der Markscheide, in den Markstrahlen, in dem übrigen Holzgewebe, und eine geringere Menge in der Rinde vor.

Den 6. März 1870. Die Blätter hatten sich entfaltet. In der Rinde hatte die Stärke zugenommen.

Den 10. März 1870. Die Stärke war bis auf Spuren in den Markstrahlen verschwunden.

B. Versuche mit Zweigen, denen die Knospen theilweise oder ganz genommen wurden.

1. Salix dasycarpa.

Den 26. November 1867. Die Ablagerung der Stärke siehe oben.

1) Bei einer Anzahl von Zweigen wurden die oberen Knospen mit Ausnahme der Terminalknospe abwärts von 16 Knoten entfernt.

Den 7. Januar 1868. Die meisten Terminalknospen hatten sich zu $1^1/_2$ Zoll langen Zweigen mit 1 Zoll langen Blättern ausgebildet; die über dem Wasser befindlichen Knospen waren zu 4 Zoll langen jungen Zweigen ausgewachsen, von denen die höheren am weitesten vorgeschritten waren. Die in grosser Menge an diesen Zweigen entstandenen Wurzeln waren bis $1^1/_2$ Zoll lang.

Bei der Untersuchung ergab sich, dass in den Zweigen, aus deren Terminalknospe sich ein junger Zweig gebildet hatte,

die Stärke von oben nach unten bis ungefähr zum achten Internodium verschwunden war. In dem Internodium, wo sie wieder auftrat, fand sie sich in sehr geringer Menge in der Markscheide und in den Markstrahlen. Sie nahm nach unten in diesen Gewebstheilen zu und fand sich im Internodium über dem nächsten jungen Zweige auch in der Rinde und zwar, je näher dem jungen Zweige, in um so grösserer Menge auf der Seite, an welcher dieser stand, während sich auf der entgegengesetzten Seite nur Spuren von Stärke befanden. In den nun folgenden Knoten mit jungen Zweigen hatte sich auf der Seite, an welcher sich die letzteren befanden, die Stärke so vermehrt, dass die Zellen der Markscheide, der Markstrahlen und das Parenchym der Rinde prall vollgefüllt waren; auf der dieser entgegengesetzten Seite war sie in den zuerst genannten Geweben in geringer, in der Rinde in noch geringerer Menge vorhanden. In den Knoten mit dem untersten jungen Zweige war weit weniger Stärke, als in den höheren.

In den Internodien zwischen den unteren jungen Zweigen fand sich die meiste Stärke in der Nähe der Knoten vor, nahm von da aus nach den mittleren Theilen der Internodien ab und war dort gleichmässig vertheilt. Daselbst trat auch Stärke in der Rinde auf, jedoch nur auf der Seite des Zweiges, welche dem Wendel der Blattstellung entsprach. Oberhalb der Wurzeln war nur noch Stärke in den äussersten Markstrahlzellen; höher war in diesen Internodien bis $1/2$ Zoll vor dem untersten Zweige keine Stärke mehr vorhanden.

2) Den 7. Januar 1868. Die Knospen waren bei einigen anderen Zweigen bis auf die 3 untersten abgenommen worden. Es hatten sich zahlreiche 2 Zoll lange Wurzeln gebildet, die Knospen waren nicht aufgebrochen.

Von der Spitze der Zweige bis zum Internodium oberhalb der oberen der erwähnten Knospen hatte sich keine Stärke gelöst, während sich im genannten Internodium keine mehr befand. Auch fehlte die Stärke in den unteren Internodien. In den Knoten, an welchen sich die 3 Knospen befanden, war eine grosse Menge Stärke in der Rinde, im Holztheile dagegen nur noch Spuren davon vorhanden.

3) Den 11. Januar 1868. Von einigen einjährigen Zweigen waren ausser der Terminalknospe und einer Knospe über dem Wasser alle übrigen Knospen abgenommen worden.

Aus den Terminalknospen waren junge Zweige mit 1 Zoll langen Blättern hervorgegangen, aus den unteren gewöhnlich etwas weiter vorgerückte Zweige.

Im obersten Knoten mit dem jungen Zweige fand sich in den meisten der Zweige noch Stärke in der Markscheide, in den Markstrahlen und in der Rinde in der Nähe des in den jungen Zweig übergehenden Gewebes. In den tieferen Theilen des Zweiges war die Stärke entweder ganz verschwunden oder in geringer Menge Stärke in der Markscheide, seltener in den Markstrahlen vorhanden. Im mittleren Theile des Zweiges hatte sich die Stärke sehr vermindert, doch war daselbst Stärke in der secundären Rinde vorhanden. Im Knoten, an welchem der untere junge Zweig stand, hatte sich Stärke in grosser Menge auf der dem jungen Zweige zugewendeten Seite angesammelt, auf der entgegengesetzten dagegen ganz gelöst. Zwischen dem jungen Zweige und den Wurzeln fand sich keine Stärke mehr.

4) Den 17. Januar 1868. Die Knospen waren bei einigen einjährigen Zweigen bis auf eine in der Mitte und eine untere über dem Wasser befindliche abgenommen worden. Beide waren durch 5 Internodien getrennt. Aus der mittleren Knospe war ein 1 Zoll langer Zweig mit $^1/_4$ Zoll langen Blättern entstanden, aus der unteren ein kleinerer Zweig.

In den 5 Internodien zwischen beiden jungen Zweigen war sämmtliche Stärke verschwunden, ebenso im Internodium über dem oberen Zweige; im nächst höheren fanden sich nur Spuren von Stärke, im darauf folgenden etwas mehr in der Markscheide. In den beiden höheren nahm sie in der Markscheide und in den Markstrahlen zu, worauf sie sich bis zur Spitze in der ursprünglichen Menge vorfand. Im Knoten mit dem oberen jungen Zweige war auf der Seite, welche nach dem jungen Zweige zu lag, eine grosse Menge Stärke vorhanden, auf der entgegengesetzten nur eine geringe Menge in der Rinde. Im Knoten mit dem unteren jungen Zweige hatte sich eine grosse Menge

Stärke in der Markscheide und Rinde angehäuft; in den Markstrahlen war hier ringsum Stärke vorhanden.

5) Den 18. December 1868 wurden einigen Zweigen, bevor sie in Wasser gestellt wurden, die Knospen bis auf 3, nämlich die Terminalknospe, eine mittlere und eine über dem Wasser, abgenommen. Die Zweige waren unten zweijährig.

Den 19. Januar 1869. Die Terminalknospe war aufgebrochen, die mittlere angeschwollen, die untere hatte sich zu einem 2 Zoll langen Zweige entwickelt. An den Stellen, an welchen die abgenommenen Knospen gestanden, hatten sich neue gebildet.

In allen Internodien oberhalb des jungen Zweiges hatte sich im mittleren Theile derselben die Stärke vollständig in der Markscheide und in den Markstrahlen von Innen heraus gelöst und in der Rinde angesammelt. Während sich in der Mitte des Internodiums über dem jungen Zweige ringsum noch Stärke im 2. Jahresringe und in der Rinde befand, war dieselbe in den unter dem jungen Zweige befindlichen Internodien entweder ganz oder bis auf wenige in der Rinde gelöst. In den Knoten mit jungen Zweigen war die Stärke auf der dem jungen Zweige entgegengesetzten Seite verschwunden, auf der dem Stande des jungen Zweiges entsprechenden Seite hatte sich die Stärke in der Markscheide und von Innen her ein Stück in den Markstrahlen gelöst, aber in dem Masse, in welchem sie in dem Holze verschwunden war, in der Rinde zugenommen. In allen übrigen Knoten des Zweiges und in deren Nähe fand sich Stärke in gleicher Weise vor, jedoch in grösserer Menge, indem dieselbe hier bis in die Markscheide reichte. Die Abnahme zu beiden Seiten erfolgte im Internodium von Innen heraus. Seitlich erstreckte sie sich in den Knoten zuweilen so weit, dass in denselben $^1/_4$ davon frei blieb.

2. Salix aurita.

Den 26. November 1867. Die Ablagerung der Stärke siehe oben. Die Knospen wurden, bevor die Zweige ins Wasser gesetzt, mit Ueberspringung je einer zur Hälfte abgenommen.

Den 6. Februar 1868. Aus einzelnen Knospen waren junge Zweige entstanden, die übrigen waren aufgebrochen; manche

abgenommene Knospen waren durch zwei neue, seitlich der vorigen, ersetzt worden.

In allen Internodien und in den Knoten, von welchen die Knospen abgenommen und nicht wieder ersetzt worden oder bei welchen sie abgestorben waren, hatte sich sämmtliche Stärke aufgelöst. Im oberen Knoten mit Knospe fand sich noch Stärke ringsum in der Markscheide, in den Markstrahlen und in der Rinde, im nächst tieferen Knoten in denselben Geweben an der Seite des Knotens. In den Knoten mit jungen Zweigen fand sich keine Stärke mehr, in den übrigen Knoten mit aufgebrochenen Knospen befand sich noch Stärke in deren Nähe in der Rinde.

3. Salix americana.

Den 26. November 1868. Die Ablagerung der Stärke siehe oben. Einigen einjährigen Zweigen wurden sämmtliche Knospen abgenommen.

Den 19. Januar 1869. Diese Zweige hatten bis $1\frac{1}{2}$ Zoll lange Wurzeln entwickelt.

In den Zweigen zeigte sich weiter keine Veränderung, als dass sich in der Nähe der Wurzeln eine sehr grosse Menge Stärke in der Rinde abgelagert hatte.

Den 28. November 1868. Einigen zweijährigen Zweigen wurden die Knospen bis auf eine untere über dem Wasser befindliche abgenommen.

Den 21. Januar 1869. Einer dieser Zweige, welcher zahlreiche Wurzeln gebildet hatte, wurde an 50 Stellen untersucht. Es ergab sich, dass die Stärke zwischen den zahlreichen Wurzeln in dem Marke, in der Markscheide und im ersten Jahresringe verschwunden war und sich auf der den Wurzeln entgegengesetzten Seite ganz gelöst hatte. Im Internodium unterhalb des jungen Zweiges hatte sie sich von Innen heraus bis auf wenige in den Markstrahlen des ersten Jahresringes vermindert. Im Knoten, an welchem sich der junge Zweig befand, war sie in grosser Menge bis zur Markscheide an der Seite vorhanden, an welcher der junge Zweig stand. In den übrigen Theilen des Zweiges hatte sich die Stärke mit Ausschluss der oberen Knoten und Internodien in der Markscheide und im ersten Jahresringe gelöst.

4. Populus pyramidalis.

Den 3. December 1869. Die Ablagerung der Stärke siehe oben.

1) Einigen einjährigen Zweigen waren sämmtliche Knospen genommen worden.

Den 4. Februar 1870. Es hatten sich an der unteren Schnittfläche dieser Zweige ringsum sehr hervorragende traubenförmige Wülste gebildet; Wurzeln waren nicht entstanden.

Im oberen Theile der Zweige hatte die Stärke in der Markscheide etwas abgenommen, tiefer hatte sie sich in derselben ganz gelöst, und nach unten zu fehlte sie sowohl in der Markscheide als auch in den meisten Markstrahlen.

2) Die Knospen waren bei einigen Zweigen bis auf die zwei obersten abgenommen worden, aus welchen zwei junge Zweige entstanden waren.

Den 6. Februar 1870. Hier hatte sich die Stärke von unten herauf bis auf wenige in den äussersten Markstrahlzellen des Holzes an den Stellen gelöst, an welchen die Knospen abgenommen worden waren.

C. Versuche mit Wurzeln.

1. Morus alba.

Den 29. November 1869. In den Wurzeln dieses Baumes hatte sich die Stärke in den Markstrahlen, im Holzparenchym um die Gefässe, im Herbstholze, im äusseren Jahresringe auch in vielen Holzparenchymzellen entfernt von den Gefässen und in Holzfasern, sowie in der Rinde abgelagert.

Den 27. Mai 1870. Es hatte sich keine Stärke gelöst.

Den 1. Juli 1870. Es hatte sich auch jetzt noch keine Stärke gelöst, während sie an der noch am Baume befindlichen Wurzel, von welcher diese abgenommen worden war, bis auf wenige in den Markstrahlen und bis auf geringe Menge in den Zellen um die Gefässe des äusseren Jahresringes verschwunden war.

2) Mit diesen Wurzeln waren zu gleicher Zeit Wurzeln von Acer Pseudo-Platanus und Salix vitellina in Wasser gestellt worden; in ihnen hatte sich ebenfalls keine Stärke gelöst.

D. Versuche mit Zweigen, welche Anfangs ins Dunkle, später ans Licht gebracht wurden.

Eine grössere Anzahl Zweige der hier folgenden Pflanzen wurden den 15. April, zu welcher Zeit sich die Knospen noch nicht verändert hatten, an einen dunkeln Ort gebracht und, wie oben angegeben, weiter behandelt.

1. Tilia europaea.

Den 9. Juni 1871. Sämmtliche Stärke hatte sich aufgelöst. Es waren bis 3 Zoll lange junge Zweige und $^1/_2$ Zoll lange Blätter entstanden Die Zweige wurden von jetzt an dem Lichte ausgesetzt.

Den 24. Juni 1871. Die Blätter waren zum Theil abgefallen oder verdorrt. Die jungen Zweige, deren Blätter grün geworden, waren 2 Zoll lang. In ihnen fand sich eine geringe Menge Stärke in zwei Reihen Rindenparenchymzellen, welche ringsum sämmtliche Bastbündel umgeben.

2. Fagus silvatica.

Den 9. Juni 1871. Die Stärke hatte sich aufgelöst, die jungen Blätter waren $1^1/_2$ Zoll lang. Die Zweige wurden ans Licht gebracht.

Den 16. Juni 1871. Die schon ziemlich ausgewachsenen Blätter waren verdorrt, die noch sehr kleinen grün geworden. In den Zweigen hatte sich noch keine Stärke abgelagert. In den Blättern war Stärke in den Schliesszellen der Spaltöffnungen vorhanden, im übrigen Blattparenchym wurde keine Stärke gefunden.

Den 20. Juni 1871. Die Blätter hatten die Hälfte ihrer natürlichen Grösse erreicht. Die jungen Zweige waren 2 Zoll lang geworden. Stärke fand sich in den Zweigen noch nicht vor.

Den 28. Juni 1871. In den jungen Zweigen fand sich Stärke in den bei der Linde erwähnten Rindenparenchymzellen um die Bastbündel vor.

3. Aehnlich verhielten sich auch die Zweige von Corylus Avellana, Salix alba etc.

II. Beobachtungen an den im Freien befindlichen Bäumen im Frühjahre.

1. Betula pumila

Den 25. November 1866. In den mehrjährigen Zweigen hatte sich die Stärke im Marke, in der Markscheide, in den Markstrahlen, im Holzparenchym, in den Holzfasern und in der Rinde abgelagert; in den einjährigen Zweigen fehlte sie jedoch fast ganz.

In den schwächeren Wurzeln fand sich verhältnissmässig mehr Stärke vor, als in den stärkeren, dem Stamme näher liegenden. Sie hatte sich in den schwächeren Wurzeln in allen Theilen des Holzes — in grösserer Menge nach Aussen — und in grosser Menge in der Rinde abgelagert, während sie im Holze der stärkeren Wurzeln in der Mitte fehlte.

Den 4. Mai 1867. In den mehrjährigen Zweigen hatte sich die Stärke in der Markscheide und im Holzparenchym gelöst; es fand sich nur noch geringe Menge davon in den Markstrahlen und in den Holzfasern vor.

In den Wurzeln war nur noch Stärke in den Markstrahlen und wenige in den Holzfasern und in der Rinde vorhanden.

2. Betula alba.

Den 13. März 1870. In den Zweigen derjenigen Exemplare dieser Baumart, welche im Winter keine Stärke enthielten, fand sich eine grössere Menge Stärke vor, obgleich sie noch keine Blätter besassen, ja selbst die Knospen noch nicht aufgebrochen waren.

Den 15. Juni hatte die Ablagerung der Stärke in den Zweigen begonnen.

3. Salix dasycarpa.

Die Ablagerung der Stärke siehe oben.

Den 1. April 1867. Die Blätter hatten die Hälfte ihrer natürlichen Grösse erreicht.

In den oberen Theilen der einjährigen Zweige fand sich nur noch Stärke in der Rinde vor, besonders in den Knoten auf der Seite der Blätter. In den tieferen Theilen dieser Zweige war noch in allen Geweben Stärke vorhanden, in der Rinde besonders in den Markstrahlzellen. In den Knoten hatte ihre Menge sehr zugenommen. In den mehrjährigen Zweigen hatte sie sich in der Markscheide etwas vermindert; in der Rinde war sie hier in sehr geringer Menge vorhanden. In der Mitte mancher Internodien fehlte sie fast ganz, in anderen war dagegen noch eine grössere Menge Stärke ungelöst zurückgeblieben.

4. Salix purpurea.

Den 25. November 1866. Die Stärke hatte sich in der Markscheide (in den obersten Internodien des einjährigen Zweiges auch im Marke), in den Markstrahlen, im Holzparenchym und in zerstreut liegenden Holzfasern abgelagert. In der Rinde befand sich eine geringe Menge Stärke im einjährigen Zweige, im mehrjährigen waren kaum Spuren davon aufzufinden.

Den 2. April 1867. Es hatten sich junge Blätter entwickelt. Im Holzparenchym und in den Holzfasern hatte die Stärke mehr, als in den übrigen Geweben, abgenommen. In manchen Internodien fehlte sie ganz, ebenso in manchen Knoten mit weit entwickelten Blättern. In den übrigen Knoten hatte sie sich angesammelt, besonders in der Rinde.

5. Salix vitellina.

Den 26. November 1867. Die Stärke hatte sich in der Markscheide, in den Markstrahlen, im Holzparenchym und in den meisten Holzfasern abgelagert. Ausserdem fand sich noch wenige Stärke in der secundären Rinde.

Den 7. April 1868. Die Knospen hatten sich entfaltet. In den Knoten hatte sich eine grosse Menge Stärke in der Rinde angesammelt, im Holztheile nicht vermindert. In den Internodien hatte sie abgenommen. In den Markstrahlen des mehrjährigen Zweiges hatte sich mehr Stärke gelöst, als in den übrigen Geweben.

6. Salix fragilis.

Den 26. November 1867. Die Ablagerung der Stärke siehe oben.

Den 3. April 1868. Die oberen Knospen waren aufgebrochen. In der Rinde fand sich allenthalben eine sehr grosse Menge Stärke. Im Holze schien sie ebenfalls zugenommen zu haben.

7. Salix americana.

Den 26. November 1867. Die Ablagerung der Stärke siehe oben.

Den 7. April 1868. Die Knospen hatten sich entfaltet.

In dem oberen Theile des einjährigen Zweiges hatte sich die Stärke ganz gelöst. Tiefer war nur noch Stärke im Knoten vorhanden, noch tiefer war auch Stärke im Internodium in zerstreut liegenden Holzfasern und in den Markstrahlen. In den Internodien fehlte sie in der Markscheide, in den Knoten war Stärke in der Markscheide vorhanden. Im vieljährigen Zweige war sie von Innen heraus gelöst.

8. Salix alba.

Die Ablagerung der Stärke siehe oben.

Den 8. April 1868. Die jungen Blätter waren $^1/_2$ Zoll lang. An der Spitze der Zweige hatte sich die Stärke vollständig aufgelöst. Unterhalb dieses stärkeleeren Theiles hatte sie sich in den Internodien in der Markscheide aufgelöst. In den Knoten auf der Seite, an welcher der junge Zweig steht, vermehrt; auf der entgegengesetzten Seite war keine Stärke mehr vorhanden. In einigen mittleren Internodien fehlte sie fast ganz, während sie im unteren Theile der einjährigen Zweige im Holze nicht abgenommen, in der Rinde sich vermehrt hatte. Im zweijährigen und dreijährigen Zweige war noch keine Lösung von Stärke eingetreten.

Den 4. Mai 1868. Es hatten sich über 1 Zoll lange junge Zweige entwickelt. In den belaubten Theilen war zwischen den jungen Zweigen die meiste Stärke in der Markscheide und in den Markstrahlen von Innen her, sowie in einigen Markstrahlen

durchgängig gelöst. In den unbelaubten Theilen war eine Lösung von Stärke in dem Holzparenchym und in den Holzfasern bemerkbar.

9. Salix nigra pendula.

Die Ablagerung der Stärke siehe oben.

Den 9. April 1868. Die Knospen waren noch nicht aufgebrochen. In den Zweigen dieses Baumes hatte sich eine sehr grosse Menge Stärke in der Rinde angesammelt. Ebenso hatte sich die Stärke in der Markscheide des Knotens und wahrscheinlich auch in den übrigen Theilen des Holzes vermehrt.

10. Salix Caprea.

Den 9. April 1868. Die Blätter hatten $^1/_3$ ihrer natürlichen Grösse erreicht. Es war nur noch Stärke im oberen Theile der einjährigen Zweige in der Rinde vorhanden.

Den 3. Juni 1870 wurde noch eine sehr geringe Menge Stärke in den Markstrahlen wahrgenommen.

11. Salix rosmarinifolia.

Den 7. April 1868. Die Knospen waren aufgebrochen.

Im obersten Theile des einjährigen Zweiges hatte sich die Stärke aufgelöst. Tiefer fand sich Stärke in der Markscheide, in den Markstrahlen und im zweijährigen Theile der Zweige auch in grosser Menge in der Rinde. Im vieljährigen Theile der Zweige war dagegen keine Stärke gelöst, doch eine grosse Menge derselben in der Rinde angesammelt. In den oberen Theilen mancher Zweige fand sich nur noch Stärke im Knoten auf der Seite, auf welcher die Blätter sassen.

Den 4. Mai 1868. Es hatten sich junge Zweige entwickelt. So weit die Zweige junge entwickelt hatten, soweit überhaupt Knospen gestanden, war die Stärke aufgelöst. Tiefer war nur noch Stärke in den äusseren Markstrahlzellen und in einigen Parenchymzellen der Rinde vorhanden.

Den 3. Juni 1870 waren im vieljährigen Zweige noch Spuren von Stärke in den Markstrahlen und in der Rinde, in den ein- bis dreijährigen Zweigen war alle Stärke verschwunden.

12. Salix viminalis.

Den 1. April 1871. Die Stärke fand sich in der Markscheide, in den Markstrahlen, im Holzparenchym und in einigen Holzfasern.

Den 24. April 1871. Es hatten sich junge Zweige entwickelt. Eine Abnahme der Stärke war nicht bemerkbar.

Den 27. Mai 1871. Im mehrjährigen Zweige war in allen Geweben Stärke vorhanden, im vorjährigen Zweige war die Stärke aufgelöst. Im diesjährigen jungen Zweige fand sich bloss Stärke in der Rinde.

13. Salix fusca.

In den Zweigen eines Exemplares dieser Baumart war im Winter 1869 zu 1870 keine Stärke vorhanden.

Den 1. April 1870 zeigte sich Stärke in der Markscheide, in den Markstrahlen und in der Rinde.

Den 3. Mai 1870. Es hatten sich bis $2^1/_2$ Zoll lange Zweige gebildet. In den Internodien hatte sich die Stärke etwas vermindert.

Den 3. Juni 1870. Die Stärke fand sich in den genannten Geweben in sehr grosser Menge vor. Die nach Eintritt des Saftes gebildete Stärke konnte nach diesen und anderen Beobachtungen in den Zweigen nicht zur vollständigen Auflösung gekommen sein.

14. Tilia europaea.

Den 1. März 1869. Bei einigen Exemplaren dieser Baumart war in den jüngeren Zweigen keine Stärke vorhanden.

Den 1. Mai 1869. Die Knospen waren noch nicht aufgebrochen. In den jüngeren Zweigen der Aeste, von welchen die obigen Zweige zur Untersuchung genommen worden waren, fand sich Stärke in der Markscheide, in den Markstrahlen, im Holzparenchym und in sehr grosser Menge in der Rinde vor.

Den 12. Mai 1871. Es hatten sich Blätter entwickelt. Die Stärke war in den Zweigen aufgelöst.

Den 25. Mai 1871. Die jungen Zweige waren $2—2^1/_2$ Zoll lang geworden. In den diesjährigen Zweigen fand sich Stärke

in 2—3 Reihen Rindenparenchymzellen, welche ringsum sämmtliche Bastbündel umgeben. In weiter vorgerückten jungen Zweigen hatte sich auch Stärke in den breiteren Markstrahlen der Rinde abgelagert. Im vorjährigen Zweige hatte sich Stärke in den Rindenparenchymzellen, welche die Bastbündel von Aussen umgeben, und in den Zellen der grossen Markstrahlen in der Nähe der Bastbündel abgelagert.

15. Fagus silvatica.

Den 1. December 1870. Die Stärke hatte sich in grosser Menge in dem Marke, in der Markscheide, in den Markstrahlen, im Holzparenchym, in einer Anzahl Holzfasern und in geringer Menge in der Rinde abgelagert.

Den 24. April 1871. In denjenigen Zweigen, bei welchen die Knospen eben aufgebrochen, war keine Abnahme der Stärke bemerkbar. In anderen Zweigen mit entwickelten jungen Blättern war die Stärke im Holzparenchym fast ganz verschwunden.

Den 26. Mai 1871. Im diesjährigen Zweige war keine Stärke vorhanden, im vorjährigen hatte sie sich gelöst, ebenso im Holztheile der mehrjährigen Zweige, in welchen sich nur noch Stärke in der Rinde fand.

16. Quercus Robur.

Den 1. December 1870. Die Stärke hatte sich in dem Marke, in der Markscheide, in den Markstrahlen, im Holzparenchym und in vielen Holzfasern, sowie in der Rinde abgelagert.

1) Den 24. Mai 1871. Die jungen Zweige waren 2 Zoll, die Blätter $^3/_4$ Zoll lang.

Die Stärke war in den Holzparenchymzellen und Holzfasern verschwunden. In der Markscheide befand sich noch eine grosse Menge Stärke, in den Markstrahlen und in der Rinde war sie noch in geringer Menge vorhanden.

Den 30. Juli 1871. Die Stärkeablagerung hatte begonnen. Sowohl in den diesjährigen, als auch in den vorjährigen Zweigen fand sich Stärke in der Rinde, die meiste jedoch im Marke und Holzparenchym.

2) Bei einem anderen Exemplare dieser Baumart hatte die Ablagerung der Stärke schon den 31. Mai begonnen. In der Rinde des diesjährigen und vorjährigen Zweiges fand sich Stärke in den schon öfter erwähnten Rindenparenchymzellen um die Bastbündel. Im vorjährigen Zweige hatte sich Stärke im Marke, im Holzparenchym und wenige in den Markstrahlen abgelagert.

17. Quercus sessiliflora.

1) Ein junges 2½ Fuss hohes Bäumchen. Die Stärke hatte sich wie in den vorigen Eichenarten abgelagert.

Den 2. Juni 1871. In den diesjährigen Zweigen fanden sich wenige Stärkekörner in den Rindenparenchymzellen ausserhalb der Bastbündel, in einigen Zweigen war auch Stärke im Holzparenchym, sowie in den Bastzellen einiger Bastbündel. In den vorjährigen Zweigen fand sich in den Internodien keine Stärke, in den Knoten nur Spuren derselben in der Markscheide und in den Markstrahlen; mehr Stärke war in der secundären Rinde der Knoten an der Seite, an welcher sich die jungen Zweige befanden. Im oberen Theile des Stammes hatte sich sämmtliche Stärke gelöst.

In den kleinen Seitenwurzeln hatte sich alle Stärke gelöst. In dem unteren Stücke der Hauptwurzel fand sich Stärke in der primären Rinde und eine geringe Menge in den Markstrahlen des Holzes. Höher fand sie sich ausser in den genannten Geweben auch noch im Holzparenchym, noch höher auch im Marke und in der secundären Rinde. Weiter nach oben trat auch Stärke im Marke auf, in welchem sie nach oben zunahm. In dem unteren Theile des Stammes fand sich sehr wenig Stärke vor.

2) Den 30. Mai 1871. In einem grossen Baume war die Ablagerung der Stärke in den Zweigen eingetreten. In den diesjährigen Zweigen fand sich Stärke allein in den oben genannten Rindenparenchymzellen um die Bastbündel vor.

18. Populus pyramidalis.

Die Ablagerung der Stärke siehe oben.

Den 24. April 1870. Es war bloss eine Verminderung der Stärke im Holzparenchym eingetreten.

Den 3. Juni 1870. Die Stärke hatte sich im Holztheile aller Zweige sehr vermindert, in der Rinde in sehr grosser Menge angesammelt. In den Internodien hatte sie sehr abgenommen und sich von Innen nach Aussen gelöst, in den Knoten dagegen angesammelt.

19. Sambucus nigra.

Den 2. December 1870. Die Stärke hatte sich in der Markscheide, in den Markstrahlen, im Holzparenchym, in den Holzfasern und in geringer Menge in der Rinde abgelagert.

Den 24. April 1871. Es hatten sich junge Zweige gebildet, die Blätter hatten $^1/_3$ ihrer natürlichen Grösse erreicht.

In der Mitte der Internodien hatte sich die Stärke sehr vermindert. Hier fand sich noch eine geringe Menge derselben in den Markstrahlen und in einigen anderen Zellen des Holzes, während sich im Rindenparenchym Stärke angesammelt hatte. In den Knoten war in allen Theilen eine grosse Menge Stärke enthalten, besonders auch in der Rinde.

Den 27. Mai 1871. Die diesjährigen Zweige waren 8 Zoll lang. In ihnen fand sich Stärke in 2 bis 3 Zellreihen der Rinde ausserhalb des Bastes, in den vorjährigen Zweigen in einigen Holzparenchym- und Markstrahlzellen.

Den 10. Juni 1871. In den einjährigen Zweigen und in den Blattstielen war eine grössere Menge Stärke in den vorerwähnten Rindenparenchymzellen um die Bastbündel vorhanden.

Den 30. Juli 1871. Im diesjährigen Zweige fand sich eine grössere Menge Stärke in der Rinde, im vorjährigen in allen Geweben.

20. Syringa vulgaris.

Die Ablagerung der Stärke siehe oben.

Den 24. Mai 1871. Die jungen Zweige waren bis 12 Zoll lang. In diesen fand sich Stärke in den oben erwähnten Parenchymzellen der Rinde ausserhalb der Bastbündel. In der Rinde der vorjährigen Zweige fand sich Stärke im ganzen Rindenparenchym ausserhalb der Bastbündel. Im Holze hatte sich Stärke in den Markstrahlen und in der Markscheide abgelagert.

Den 10. Juni 1871. In den diesjährigen Zweigen fand sich eine grössere Menge Stärke in den schon öfter erwähnten Rindenzellen, die um die Bastbündel liegen, ferner in einigen secundären Rindenzellen nahe den Bastbündeln, wenige in den Markstrahlzellen der Rinde und des Holzes bis zur Markscheide, in welcher sich ebenfalls Stärke befand.

In den Blattstielen fand sich Stärke in einer Reihe Zellen in der Mitte der Rinde.

Den 30. Juli 1871. Im diesjährigen Zweige war die Rinde voll von Stärke, im Holze hatte sich viel in der Markscheide, in den Markstrahlen und im Holzparenchym abgelagert, im mehrjährigen Zweige fand sich bloss Stärke in der Rinde vor.

21. Robinia Pseud-Acacia.

Die Ablagerung der Stärke siehe oben.

Den 2. Juni 1871. In den diesjährigen jungen Zweigen hatte sich noch keine Stärke abgelagert. Im vorjährigen Zweige hatte sich die Stärke in den Knoten noch nicht vollständig gelöst. Hier befand sich auf der Seite, welche dem Stande der jungen Zweige entspricht, noch Stärke in der Markscheide, in den Markstrahlen, im Holzparenchym und in den Holzfasern.

Den 14. Juni 1871. In den diesjährigen Zweigen fand sich eine sehr geringe Menge kleinkörniger Stärke in denjenigen Rindenparenchymzellen, welche in 3 Zellenreihen sämmtliche Bastbündel umgeben. Im mehrjährigen Zweige hat sie sich noch nicht vollständig in der Markscheide aufgelöst.

Den 27. Juli 1871. In den diesjährigen Zweigen fand sich die Stärke wie vorher, in den mehrjährigen hatte sic sich vollständig aufgelöst.

Den 1. August 1871. Ein junger Baum, der 7 Fuss hoch war und dessen Stamm $1\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser hatte, enthielt nur unten in der primären Rinde Spuren feinkörniger Stärke.

Eine grössere Akazie enthielt in den diesjährigen Zweigen eine sehr geringe Menge Stärke in den vorerwähnten Rindenparenchymzellen ausserhalb der Bastbündel, in den älteren Zwei-

gen fanden sich Spuren von Stärke in den Markstrahlen. In den Wurzeln war sie in sehr grosser Menge enthalten, besonders in den Markstrahlen, im Holzparenchym und in der Rinde.

Ein noch grösserer Baum. In den diesjährigen Zweigen war Stärke wie vorher in der Rinde und in den Markstrahlen enthalten. In den älteren Zweigen hatte sich Stärke im Holzparenchym, in den Markstrahlzellen des Holzes und der Rinde abgelagert. In den Wurzeln waren die Markstrahlen, das Holz- und das Rindenparenchym strotzend voll von Stärke.

22. Corylus Avellana.

Die Ablagerung der Stärke siehe oben.

Den 5. Mai 1869. Es hatten sich junge Blätter entwickelt. In den Internodien zwischen den jungen Blättern hatte sich die Stärke gelöst, in den unteren Theilen ohne Blätter fand sich in den Internodien noch Stärke in einigen Markstrahlzellen und in einigen Parenchymzellen um die Gefässe.

Den 25. Mai 1869. Bei den $1^1/_2$ Zoll langen jungen Zweigen hatte sich Stärke in den ausserhalb der Bastbündel liegenden Rindenzellen abgelagert, in den über 3 Zoll langen Zweigen auch in den Markstrahlzellen der Rinde bis zum Cambium und zugleich in geringer Menge in der Markscheide, in noch geringerer Menge in einigen Parenchymzellen.

23. Crataegus Oxyacantha.

Den 26. Mai 1871. Die Ablagerung der Stärke war in den Zweigen eingetreten. In den diesjährigen Zweigen hatte sich dieselbe in den schon öfter erwähnten Rindenparenchymzellen, welche die Bastbündel umgeben, abgelagert, bei weiter vorgerückten jungen Zweigen auch in den Markstrahlzellen der Rinde, bei noch weiter vorgerückten ausser in den vorgenannten Zellen auch nach Innen in dem übrigen Rindenparenchym, und bei manchen auch in den Markstrahlzellen des Holztheiles. In den vorjährigen Zweigen hatte sich eine grosse Menge im Marke, in der Markscheide — deren Zellen waren ganz vollgestopft von

Stärke — und von Innen her in den Markstrahlen abgelagert. Das Rindenparenchym war ebenfalls strotzend voll von Stärke.

In Zweigen von anderen Exemplaren dieses Strauches fand sich viel Stärke in der primären Rinde, besonders in den Knoten; weniger Stärke fand sich in der secundären Rinde, in der Markscheide und in den innersten Zellen der Markstrahlen, im Holzparenchym von Innen heraus bis etwa zur Hälfte nach Aussen.

24. Fraxinus excelsior.

Den 31. Mai 1871. Die Stärkeablagerung war eingetreten. Im diesjährigen Zweige und in den Blattstielen hatte sich eine grosse Menge Stärke in den ausserhalb der Bastbündel liegenden Rindenzellen abgelagert. In den älteren Zweigen fand sich in der Rinde Stärke bis zum Cambium. Eine geringe Menge Stärke fand sich im Marke des vorjährigen Zweiges abgelagert, viel in den Markstrahlen und im Holzparenchym.

Bei einem anderen Baume fand sich in den diesjährigen Zweigen ausser in 2 bis 3 Zellreihen der Rinde, welche die Bastbündel ringsum von Aussen begrenzen, auch Stärke in den übrigen Theilen der Rinde. In den mehrjährigen Zweigen fand sich ausser in den oben genannten Theilen auch Stärke im Frühlingsholze des diesjährigen Jahresringes.

Tägliche Beobachtungen über den Kohlensäuregehalt der Atmosphäre zu Rostock vom 18. October 1868 bis 31. Juli 1871.

Von

Franz Schulze[1].

Vorwort.

Es war im Zusammenhange mit der durch den 18. October 1863 hervorgerufenen Stimmung, als der Verfasser dieser Schrift zu einer Beobachtungsreihe angeregt wurde, welche einen Beitrag zu den deutschen Forschungen über die Physik der Erdoberfläche und über die fundamentalen Bedingungen des organischen Lebens der Erde geben sollte. Als eine Lücke in diesen Forschungen war ihm immer das Unzulängliche unserer Kenntniss von der atmosphärischen Kohlensäure erschienen, insbesondere was die Abhängigkeit der Schwankungen ihrer Menge von Bedingungen betrifft, welche über locale Ursachen mehr oder minder weit hinausgehen. Er wünschte, durch eine Reihe von täglich wiederholten und auf einen längeren Zeitraum ausgedehnten Beobachtungen Veranlassung zu geben, dass in weiteren Kreisen, etwa zunächst an den agriculturchemischen Versuchsstationen, tägliche Bestimmungen des Kohlensäuregehaltes der Luft in den Kreis der gewöhnlichen meteorologischen Beobachtungen mit aufgenommen würden. Gesteigerte Ermuthigung hierzu schöpfte er aus den ersten gleich in der zweiten Hälfte des October 1863 gewonnenen Resultaten, sofern ein Zusammenhang der Schwankungen der atmosphärischen Kohlensäure mit Aenderungen der Windesrichtung und der sonstigen Witterungszustände deutlich sich herauszustellen schien. Vom 1. November desselben Jahres an wurden die Beobachtungen bis zum 31. December 1864

[1]) Aus der »Festschrift für die 44. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte« vom Herrn Verfasser mitgetheilt.

regelmässig fortgesetzt, sodann aber für eine Zeitlang unterbrochen, als im Verlaufe derselben immer mehr Zweifel an ihrem Werthe aufgetaucht waren. Indessen sah sich der Verfasser später, als von verschiedenen anderen Seiten Beobachtungsreihen weit geringeren Umfanges und mit weitgehenden ihm nicht berechtigt erscheinenden Folgerungen bekannt wurden, veranlasst, das eigene mühsam gewonnene Beobachtungsmaterial in die Oeffentlichkeit zu bringen. Dasselbe fand durch das freundliche der Sache geneigte Entgegenkommen des Redacteurs der »Landwirthschaftlichen Versuchs-Stationen«, Professor Nobbe, im IX. Bande, Jahrgang 1867, p. 217—227 dieser Zeitschrift in Zusammenstellung mit den zu Rostock von Professor Karsten angestellten Witterungsbeobachtungen Aufnahme. Es wurde weder die zur Bestimmung der Kohlensäure angewandte Methode mitgetheilt, noch eine Discussion der Resultate beigegeben. Beides hatte der Verfasser sich vorbehalten, im Zusammenhange mit der Publication neuer Versuchsreihen nachzuholen. Die Zweifel an dem Werthe der publicirten Beobachtungen bezogen sich sowohl auf die einzelnen Kohlensäurebestimmungen selbst, als auf wesentlich in Betracht kommende Theile der Witterungsnotirungen. Jene waren nach dem bekannten Verfahren Pettenkofer's geschehen und mit den besonderen Cautelen, wie sie in den Annalen der Chemie und Pharmacie, II. Suppl.-Band p. 23 ff. beschrieben sind. Die zur Aufnahme der Luft dienenden Flaschen hatten einen cubischen Inhalt von nur 2 Liter, entsprechend einem Gehalte von etwa 1 bis 1,5 Milligramm Kohlensäure. Wenn nun auch bei genauer Einhaltung der von Pettenkofer gegebenen Vorschrift noch 0,1 Milligramm Kohlensäure bestimmt werden kann, so ist dies doch schon ein für das gesteckte Versuchsziel zu grosser Theil der in wenigen Litern untersuchter Luft enthaltenen Kohlensäuremenge, als dass, da bei Fortsetzung der Beobachtungsreihe die Ansprüche an Schärfe der Resultate sich immer mehr steigerten, die Versuche von dieser Seite hätten befriedigen können. Hierzu kam das weitere und noch grössere Bedenken: ob nicht während der mit der Barytlösung, welche zur Bindung der Kohlensäure gedient hatte, vorgenommenen Titriroperation, bei der Art wie diese ausgeführt

war, Kohlensäure aus der umgebenden Luft des Experimentirraumes gebunden und in Folge dessen für die atmosphärische Kohlensäure eine unbestimmbar erhöhte Zahl gefunden sei. Was die Witterungsbeobachtungen anlangt, so waren es namentlich Richtung und Stärke des Windes, worüber eine vollkommenere Auskunft erwünscht schien, als sie durch die Beobachtungen bei dem hierfür nicht günstig gelegenen Museumsgebäude zu Rostock erzielt wird. Es wurden für spätere Beobachtungsreihen theils die Benutzung der Anzeigen einer von der städtischen Baubehörde erbetenen empfindlichen Windfahne auf dem hoch und frei gelegenen Wasserthurm, theils die Verwerthung der Windnotirungen bei der hiesigen Navigationsschule und zu Warnemünde in Aussicht genommen.

Im Sommer 1868 wurden Vorarbeiten zu einer neuen Beobachtungsreihe gemacht. Es handelte sich zunächst um Auffindung eines Verfahrens, noch kleinere Mengen von Kohlensäure als 0,1 Milligramm scharf und sicher bestimmen zu können, ferner für die Untersuchung der Luft möglichst grosse Quantitäten der letzteren zu verwenden und bei den Kohlensäurebestimmungs-Operationen den Zutritt anderer Luft auszuschliessen. Nachdem zur Lösung der ersten Aufgabe die verschiedenen für die Bestimmung kleiner Mengen Kohlensäure in Betracht kommenden Principien vergleichend durchexperimentirt waren, kam man auf Pettenkofer's Verfahren zurück, jedoch mit der im Nachstehenden beschriebenen Modification, bei deren Anwendung die Bestimmung von Kohlensäuremengen noch möglich ist, welche höchstens $^1/_{30}$ Milligramm betragen. Eine Mittheilung hierüber ist bereits in den »Landwirthsch. Versuchs-Stationen«, Bd. XII., Jahrgang 1869, p. 1 ff., gegeben. Nehmen wir die Kohlensäuremenge im Liter atmosphärischer Luft auch nur zu 0,5 Milligramm an, so würde der hiervon bestimmbare Theil $^1/_{15}$ oder auf 4 Liter Luft (die bei den späteren Beobachtungen — vom 1. December 1869 an — angewandte Quantität) $^1/_{60}$, auf 25 Liter $^1/_{375}$ ausmachen; oder wenn aus 5 Liter Luft die Menge der Kohlensäure in 10000 Gewichtstheilen — bei durchschnittlich 4,44 — gefunden werden soll, der Zahlenausdruck hierfür noch in der zweiten Decimalstelle sicher sein können.

Vom 18. October 1868 an bis zum 30. November 1869 ist täglich einmal (nur am 20. October 1868 dreimal) ein Luftquantum von 25 Liter aspiratorisch mit einer titrirten Barytlösung in Berührung gebracht und auf diese Weise die Kohlensäure bestimmt. Nachdem gegen Ende dieser Periode sich durch comparative Versuche herausgestellt hatte, dass bei Verwendung von nur 4 und selbst weniger Liter Luft, wenn dieselbe in einer Flasche mit titrirter Barytlösung geschüttelt und die Untersuchung unter möglichstem Ausschluss aller Fehlerquellen zu Ende geführt wird, genaue Uebereinstimmung in den Resultaten mit denen des anderen Verfahrens zu erzielen ist, wurde vom 1. December 1869 an das aspiratorische Verfahren aufgegeben und die Bestimmung mit Flaschen von 4 Liter Inhalt auf die andere Weise fortgesetzt. So wurde es möglich, täglich zwei Beobachtungen, die eine des Vormittags, die andere am Nachmittag, zu Stande zu bringen.

Nicht genug rühmen kann ich, welche Hingabe der Assistent des chemischen Laboratoriums, Herr Dr. Weidner, sowohl der Beihilfe bei den zahllosen Vorversuchen als namentlich den selbstständig von ihm ausgeführten Einzelbeobachtungen gewidmet hat. Seiner Ausdauer, Schnelligkeit und Sicherheit im Experimentiren ist es wesentlich zu danken, dass vorliegende mehr als 1600 Kohlensäurebestimmungen ununterbrochen durchgeführt werden konnten.

Die während jedes Versuches im Laboratorium notirten Witterungsbeobachtungen sind, mit Ausnahme der Temperatur und des Barometerstandes, in die Tabellen nicht mit aufgenommen, da sie minder werthvoll erschienen, als die bezüglichen Notirungen von der hiesigen Navigationsschule, welche Herr Navigationslehrer Dr. Wiese freundlichst zur Disposition gestellt hat. Die Navigationsschule liegt an dem einen Ende der Stadt so hoch und frei, dass die daselbst ausgeführten Wind- und Wetterbeobachtungen, und noch dazu mit seemännisch geschultem Auge angestellt, einen durchaus richtigen Ausdruck dieser Witterungsverhältnisse für R o s t o c k und dessen nächste Umgebung darbieten.

Von den Notirungen des Professor Karsten ist nur die Rubrik »wässerige Niederschläge« für die Tabellen verwerthet, weil das Uebrige ohnedies in die Oeffentlichkeit gelangt und daher dem wissenschaftlichen Publikum, welches sich für das eigentliche Thema dieser Mittheilungen interessirt, als Material zu vollständigerer Vergleichung zugänglich ist.

Die Wind- und Pegelstands-Notirungen von Warnemünde sind den Tagebüchern des dortigen Lootsen-Commandeurs Herrn Jantzen entnommen, welchem hierfür gleichfalls Dank gebührt. Da diese Windnotirungen ebenso zuverlässig sind, wie diejenigen der hiesigen Navigationsschule, so bieten beide, gegen einander verglichen, schon an und für sich durch ihre mannigfaltigen Abweichungen neben den allerdings vorwiegenden annähernden Uebereinstimmungen ein gewisses Interesse dar. Für unsern Zweck erschien diese Vergleichung besonders erwünscht, um daraus in einer Anzahl von Fällen entnehmen zu können, ob der in Rostock beobachtete Wind einen mehr localen oder einen allgemeineren Charakter habe. Der Zusammenhang der Schwankungen im Ostsee-Niveau mit den von der Nordsee her kommenden und an den Ostseeküsten sich geltend machenden Windeswirkungen erscheint zwar nur in sehr indirecter und wenig durchsichtiger Weise geeignet, als Material zur Erkennung der Abhängigkeit der chemischen Luftbeschaffenheit von den physischen Verhältnissen der die Luft uns sendenden Gegenden zu dienen, indessen wird die Mitverwerthbarkeit dieser Beobachtungsreihe wenigstens für einzelne Fälle nicht geleugnet werden können.

Das zur Kohlensäurebestimmung angewandte Verfahren.

Im Vorworte ist bereits erwähnt, dass von Beginn der Beobachtungsreihe bis zum 30. November 1869 zu jeder einzelnen Kohlensäurebestimmung 25 Liter Luft verwendet sind. Sollte die Bindung der Kohlensäure durch Barytlösung geschehen, welche in Flaschen von so grossem Inhalt eingebracht war, so erschien die Hantirung des die vollständige Absorption der

Kohlensäure vermittelnden Schüttelns zu sehr erschwert. Es wurde daher der aspiratorische Weg eingeschlagen. Hierzu leistete ein Doppel-Aspirator nach Arendt (beschrieben u. a. in dem Preisverzeichniss von Hugershoff in Leipzig, p. 7 Nr. 91), an welchem jeder der beiden Behälter einen cubischen Inhalt von etwa 33 Liter hat, sehr bequeme Dienste, nachdem an den Wasserstandsröhren die Stellen annotirt waren, welche unter den bei dem Versuche obwaltenden Umständen genau das Volumen von 25 aspirirten Litern Luft anzeigten. Durch ein den Rahmen des geschlossenen Zimmer-Fensters durchbohrendes Glasrohr gelangte die Luft von Aussen — 6 bis 7 Meter über dem Boden des Blücherplatzes — in die zwischen dieses Rohr und den Aspirator eingeschaltete Absorptionsvorrichtung. Letztere bestand aus einem Glasrohr von der Form der Chlorcalciumröhren mit kugeliger Erweiterung vor dem verjüngten Ende, der cylindrische Theil des Rohrs 25 Cm. lang und 2 Cm. Durchmesser, die Kugel 3 Cm. Durchmesser. Die Kugel und der cylindrische Theil des Rohrs waren mit grobem, vor dem Gebrauche gut gereinigtem Quarzsande gefüllt, dessen Körner, soweit es sich durch Absieben und Auswaschen hatte erreichen lassen, annähernd gleiche Grösse, 3,5 bis 4 Mm. Durchmesser, hatten. Mit dem Kugelende war durch einen kurzen Kautschukschlauch ein dem Absorptionsapparate der Varrentrapp-Will'schen Stickstoffbestimmungs-Methode nachgebildeter Kugelapparat verbunden, an welchem statt der bei jenem üblichen einen kleineren Zwischenkugel deren vier in gleicher Richtung liegend sich befanden. Diese Vorrichtung wurde zum Versuche vorbereitet, indem nach geschehener Hindurchziehung kohlensäurefreier Luft, bei senkrechter Stellung des Rohrs, dessen Kugelende abwärts gerichtet war, und bei ohngefähr horizontaler Stellung des Kugelapparates, in jenes durch das obere etwas verjüngte Ende aus einer Bürette 25 CC. titrirte Barytlösung eingelassen wurden, worauf man zuletzt noch einige Tropfen ausgekochten Wassers nachfliessen liess. Dieses Quantum Flüssigkeit vertheilte sich auf beide Apparat-Theile ohngefähr gleich. Das obere Ende des mit den Quarzsteinchen gefüllten Rohrs kam mit dem die äussere Luft zuführenden Glasrohre, der Kugelapparat mit dem Aspirator in Verbindung, jedoch

so, dass zwischen ihn und den Aspirator noch ein zweiter Barytlösung enthaltender Kugelapparat eingeschaltet wurde. Letzteres hatte den Zweck, zu erkennen, ob bei jedem Versuche, wie es intendirt war, vollständige Bindung der atmosphärischen Kohlensäure durch die titrirte Barytlösung in den beiden ersten Apparat-Theilen stattgefunden habe. Bei hinreichend verlangsamtem, durchschnittlich $1^1/_2$ Stunden dauerndem Durchziehen der 25 Liter Luft wurde niemals eine Trübung des Barytwassers in dem zwischengelegten Kugelapparate beobachtet. Der Titer der Barytlösung wurde aus einem Vorrathe der letzteren wöchentlich ein paar Mal bestimmt, und zwar mittelst einer wöchentlich neu bereiteten Oxalsäurelösung, welche im Liter 2 Gramm reinste krystallisirte Oxalsäure enthielt. Die Barytlösung war so verdünnt, dass 25 CC. ohngefähr 100 Milligramm krystallisirte Oxalsäure oder 34,92 Mgrm. Kohlensäure (etwa nur die Hälfte der in 25 Liter Luft durchschnittlich enthaltenen Menge) entsprachen. Nach geschehener Durchziehung der 25 Liter Luft wurden die beiden Hälften des Absorptionsapparates aus einander genommen und jede gesondert entleert. Zur Aufnahme der Barytlösung, welche nun zurücktitrirt werden sollte, diente eine enghalsige Flasche, nachdem die Luft in letzterer durch ein eingehängt gewesenes Stück Kalihydrat kohlensäurefrei gemacht war. Die Entleerung des Kugelapparat-Inhalts in die Flasche geschah durch Einführen der Spitze desselben in den Hals der Flasche und mehrmaliges Nachspülen frisch ausgekochten Wassers, welches man mittelst eines hinreichend dünn ausgezogenen Trichterrohrs in das der Spitze entgegengesetzte Ende einführte. Das Ausspülen des die Quarzsteinchen enthaltenden Rohrs in dieselbe Flasche geschah durch fünf- bis sechsmaliges Durchlaufenlassen von kochendem Wasser, indem die Spitze des Rohrs an dem Kugelende mit dem noch daran befestigten Kautschukschlauchstücke in den Hals der Flasche eingeführt und das Eindringen äusserer Luft in die Flasche durch die auf dem Rand des Flaschenhalses aufliegende Kugelwölbung verhindert war. Die zuletzt ablaufenden Tropfen durften nicht die geringste alkalische Reaction mehr zeigen. Zur Titrirung der Barytlösung diente nicht Curcumapapier und das

Betupfungsprincip, wobei eine gewisse Einwirkung der umgebenden Luft auf die zu prüfende Lösung nicht ganz ausgeschlossen werden kann, auch das Papier selbst die Schärfe des Resultats zu beeinträchtigen scheint; es wurde vielmehr das in der oben citirten Abhandlung erwähnte Verfahren eingeschlagen, darin bestehend, dass man die dünne Kautschukplatte, womit die die Barytlösung enthaltende Flasche überbunden ist, mit der Spitze einer Pipette durchstösst, aus dieser ein Paar Tropfen weingeistiger Curcumatinctur einfliessen lässt, in die so entstandene Oeffnung der Kautschukplatte die Spitze der Bürette einführt, worin sich die Oxalsäurelösung befindet, und von letzterer während gehöriger Umschwenkung der Flasche zulaufen und zuletzt tröpfeln lässt, bis die vor beendeter Reaction noch etwas deutlicher hervorgetretene Färbung durch einen einzigen Tropfen plötzlich verschwindet. Enthielt die einfliessende Lösung 2 Gramm krystallisirte Oxalsäure im Liter, also 2 Milligramm im Cubikcentimeter, und reicht ein kleiner Tropfen von $^1/_{24}$ Cubikcentimeter zur Vollendung der Reaction aus, so dass durch denselben der Uebergang von dem noch deutlichen Gefärbtsein der Flüssigkeit bis zur Entfärbung bewirkt wird, so entspricht dies $^1/_{12}$ Milligramm Oxalsäure und $^1/_{34}$ Milligramm Kohlensäure.

Der während der Durchführung dieser Versuche aufgetauchte Wunsch, ohne zu grossen Zeitaufwand täglich zwei Kohlensäurebestimmungen vornehmen zu können, gab Veranlassung, dass man auf das in der Ausführung viel einfachere Pettenkofer'sche Verfahren des Schüttelns titrirter Barytlösung mit der in einer Flasche befindlichen Luft zurückkam, dabei aber die unterdessen viel erprobte weitere Behandlung der Barytlösung innerhalb der Flasche verwerthete, so dass eine Luftmenge von nicht mehr als 4 Liter ausreichte, um den ins Auge gefassten Grad von Genauigkeit erzielen zu können. Auf dem an der Westseite des Museumgebäudes in der ersten Etage neben dem chemischen Laboratorium frei belegenen Balcon wurde die zu dem betreffenden Versuche bestimmte 4 Liter enthaltende Flasche aufgestellt, mit einem Blasebalg jedesmal hinreichend lange Luft hindurchgeblasen, gleich im Freien über die Mündung Kautschuk gebunden,

gleichzeitig Temperatur[1]) und Barometerstand notirt, die Flasche dann zu dem Bürettenstande gebracht, die Kautschukplatte mit der Ablaufspitze der Bürette durchstossen, 10 CC. einer etwa 20 Milligramm Oxalsäure entsprechenden Barytlösung eingelassen, sodann über die durchstossene Bedeckung eine unversehrte Kautschukplatte gebunden, umgeschüttelt, das Umschütteln öfter wiederholt, und die Titrirung des Inhaltes der sowohl am Vormittage wie der am Nachmittage in der beschriebenen Weise behandelten Flasche erst am folgenden Vormittage bewerkstelligt. Zu diesem Zwecke nahm man die obere Kautschukplatte ab, führte durch die Oeffnung der unteren die Spitze eines dünn ausgezogenen Trichterrohrs, liess durch dieses 2 bis 3 Tropfen Curcumatinctur und sodann noch etwa 25 CC. kochendes Wasser in die Flasche fliessen, welches dazu diente, theils die an der inneren Wand der Flasche adhärirende Barytlösung herunter zu spülen, theils das Volumen der letzteren so zu vermehren, dass eine bequemere Beobachtung der Curcumareaction in der Flasche ermöglicht war. Es folgte sodann die volumetrische Bestimmung des noch ungebundenen Baryts, indem man die entsprechende Menge der Oxalsäurelösung durch die vorhandene Oeffnung der Kautschukplatte wiederum direct aus der Bürette einlaufen liess. Wenn der Titer der (gegen die früheren Versuche schwächeren) Barytlösung so bemessen war, dass 10 CC. derselben 20 Milligramm Oxalsäure, also 6,98 Milligramm Kohlensäure entsprachen, nach Bindung der in 4 Liter Luft enthaltenen Kohlensäure aber z. B. noch 6,3 CC. Oxalsäurelösung (12,6 Milligramm Oxalsäure) zur Neutralisation erforderlich waren, so ergab sich ein in den 4 Liter Luft enthalten gewesenes Kohlensäurequantum, entsprechend 7,4 Milligramm Oxalsäure, also $\frac{22 \,.\, 7,4}{63} = 2,584$ Milligramm. Auf 25 Liter Luft berechnet macht dies 16,15 Milligramm. Letztere Rechnung wurde nach jedem Versuche ausgeführt und diese Zahlen wegen der Conformität

[1]) Wenn die Tabellen die Temperatur mancher Sommertage höher, als die eigentliche Lufttemperatur zu derselben Zeit in Rostock war, angeben, so erklärt sich dies aus der in den betreffenden Stunden sonnigen Lage des Balcons.

zu der ersten Versuchsreihe notirt, wie sie in den Tabellen, allerdings nur mit Angabe bis zu Zehnteln eines Milligramms, verzeichnet sind. Ueber die Umrechnung der auf 10000 Raumtheile Luft der beobachteten Temperatur und Dichtigkeit bezüglichen Kohlensäure-Volumina in das Gewichtsverhältniss bedarf es keiner besonderen Bemerkung.

Discussion der mitgetheilten Beobachtungen.

1) Ein zunächst hervortretend überraschendes allgemeines Resultat ist: dass der Kohlensäuregehalt der Luft wesentlich kleiner gefunden wurde, als von den meisten bisherigen Beobachtern. Es wird hier genügen, an einige der bekanntesten Zahlen zu erinnern. Th. de Saussure fand bei seinen 104 Beobachtungen zu Genf und Umgegend während der Jahre 1827 bis 1829 in 10000 Vol. Luft durchschnittlich 4,15 Vol. Kohlensäure; das Maximum war 5,74, das Minimum 3,15. Boussingault erhielt zu Paris im Mittel von 142 Beobachtungen 4,0 Vol., welche Zahl früher schon Thénard erhalten hatte; an 19 Tagen des November 1839 und des März 1840 fand er für Paris 3,8, auf dem Lande im Elsass 3,7, dagegen im September und October in Paris 3,19, in Andilly 2,98. Zu den Versuchsreihen, welche einen relativ grossen und für verschiedene Orte der Erde und Zeiten in weiten Grenzen variirenden Kohlensäuregehalt ergaben, gehören diejenigen von Lewy und von Schlagintweit. Der erstere fand während einer Seereise im December 1847 in 10000 Vol. Luft über dem Meere durchschnittlich 4,63, an Stellen über 400 Lieues vom Lande bei gleichem Winde 3 U. Nachm. 5,42, 3 U. Vorm. 3,346. In Neu-Granada fand er durchschnittlich bei heiterem Himmel 4,573, bei bedecktem Himmel 3,822; an verschiedenen Orten Südamerikas 1848 zwischen 3,147 und 24,475; zu Bogota — Meereshöhe 2645 Meter — März bis October 1850 Schwankungen von 3,609 bis über 49,0; auf Guadeloupe November 1842 zwischen 4,0 und 221,0, wobei allerdings die grossen Zahlen ihre Erklärung in besonderen localen Bedingungen — ausgedehnten Holzbränden vor Eintritt der Regenzeit oder, was namentlich für Bogota gilt, vulcanischen Exhalationen — finden mögen. Nach

H. und A. Schlagintweit, welche bei ihren Versuchen eine gleichfalls nur wenig Sicherheit gewährende Bestimmungsmethode anwandten, war der Kohlensäuregehalt in den Ostalpen (1849) auf dem Gipfel des 3366 Meter hohen Rachern 5,8, in den Westalpen (1852) am südlichen Abhange des Monte-Rosa 3162 Meter hoch 5,9 bis 9,5, in geringeren Höhen 4,7 bis 4,9. Von späteren Versuchen sind besonders die auf die Seeluft bezüglichen nennenswerth, welche T. E. Thorpe im August 1865 an Bord eines Schiffes in der irischen See 54° 21′ nördl. Breite und 4° 11′ westl. Länge anstellte, und eine zweite Versuchsreihe desselben auf einer Reise nach Brasilien Februar bis Juli 1866. Hiernach enthielt die Luft über der irischen See im Mittel von 26 Versuchen 3,082 Vol. und die des atlantischen Meeres im Mittel von 51 Versuchen 2,953 Vol. Kohlensäure in 10000 Vol. Die grössten Schwankungen der ersten Versuchsreihe gingen nur von 2,66 [1]) bis 3,22, die äussersten Extreme der zweiten Versuchsreihe liegen zwischen 2,66 und 3,36. Im tropischen Brasilien zu Para an den Mündungen des Amazonenstromes fand derselbe Beobachter April und Mai 1866 durchschnittlich 3,28 Vol. Kohlensäure in 10000 Luft; die Extreme der 34 Versuche waren 3,07 und 3,48. Den Grund davon, dass das von ihm gefundene Mittel beträchtlich kleiner ist, als das für die Landluft Europas allgemein angenommene, sieht er in der vereinten Wirkung der tropischen Regen und der üppigen Vegetation, wodurch die Kohlensäure schnell aus der Luft entfernt werde.

Das Mittel meiner sämmtlichen Beobachtungen der letzten Jahre ist: 2,9197 Vol. Kohlensäure in 10000 Vol. Luft. Das mittlere Gewichtsverhältniss ist 4,4436 in 10000 Gewichtstheilen. Das Maximum war 3,44 Vol., 1868 am 20. October 11—12 Uhr Vormittags; dieser Zahl nahekommend 3,37, am 27. Januar 1869; dieselbe Menge am 28. Mai 1871 und 3,40 am 16. Juni 1871. Als Minimum wurde beobachtet 2,25 Vol. am 29. December 1868; andere diesem Minimum nahe kommende Zahlen sind notirt: 2,32 am 30. December 1868, 2,50 am 21. November, 2,51 am

[1]) Sollte diese Zahl, sowie dieselbe der zweiten Versuchsreihe, Annalen d. Chemie u. Pharmacie Bd. CXLV, ein Druckfehler sein?

31. December, 2,55 am 27. December desselben Jahres, 2,57 am 21. November 1869. Nicht selten gehen durch längere Zeiträume hindurch Zahlen, welche von dem Gesammt-Mittel oder wenigstens von dem Mittel der betreffenden Zeitperiode nur wenig abweichen.

Die früheren hiesigen Beobachtungen, vom 1. November 1863 bis 31. December 1864, hatten durchgehend höhere Zahlen ergeben. Das Mittel derselben war 3,638 Vol. Kohlensäure in 10000 Luft; das Maximum 4,66 am 8. Februar 1864 und diesem zunächst 4,53 am 20. Januar, desgleichen am 24. Januar desselben Jahres; das Minimum 2,64 am 14. Februar 1864, diesem zunächst am Tage zuvor 2,72.

Da nicht anzunehmen ist, dass seit 1864 bis 1868 eine so bedeutende Aenderung in dem Kohlensäuregehalte der atmosphärischen Luft zu Rostock eingetreten sei, wie aus den beiden Versuchsreihen hervorzugehen scheint, ein Heruntergehen der mittleren Volum-Menge von 3,638 auf 2,915; so muss diese grosse Abweichung in einer Fehlerquelle zu suchen sein, welche den Beobachtungen der einen oder der anderen Zeitperiode zu Grunde lag. Die Differenzen der hiesigen Beobachtungsresultate gegen die für die allgemeine Vorstellung von dem Kohlensäuregehalte der Luft bisher normirend gewesenen Saussure'schen und die diesen nahekommenden Zahlen könnten ihre Erklärung finden entweder in der Annahme, dass die Lage Rostocks durch die Nähe der See bedingend sei für eine ähnlich geringere Kohlensäuremenge wie sie Thorpe über der irischen See und auf dem atlantischen Meere fand; oder in den betreffenden Untersuchungsmethoden.

Ueber die Bedenken wegen einer möglichen Fehlerquelle der Versuchsreihe 1863/64, welche den Kohlensäuregehalt der Luft zu gross erscheinen liess, habe ich mich im Vorworte bereits ausgesprochen. Das den Versuchen von 1868 an zu Grunde liegende Princip der Bestimmung der Kohlensäure war vor seiner Anwendung nach allen Seiten hin einer scharfen kritischen Prüfung unterworfen, und auch jetzt, nachdem es durch einen so langen Zeitraum hindurch zu unzähligen Versuchen gedient hat, vermag ich keinen anderen Grund eines etwaigen Zweifels an

seiner Zuverlässigkeit aufzufinden, als die Kleinheit der gefundenen Zahlen, gegenüber der Bewunderung, welche jeder Naturforscher hegt für Th. de Saussure, Boussingault etc., die Männer, auf deren hoch begründete Autorität hin 4 bis 4,15 Vol. Kohlensäure in 10000 Luft angenommen wurden. Es ist wohl begreiflich, dass ich erst nach einem gewissen bangen Zögern mich entschliessen konnte, diese Arbeit der Oeffentlichkeit zu übergeben. Dem Entschlusse stand neben der Befürchtung für die eigene wissenschaftliche Ehre ermuthigend die Erwartung zur Seite: es werde durch die Publication der umfangreichsten aller bisherigen Beobachtungen über die atmosphärische Kohlensäure und durch einzelne Folgerungen, welche sich aus diesen Beobachtungen herleiten, in weiteren Kreisen für den Gegenstand neues gesteigertes Interesse geweckt werden, aus solcher Anregung werde aber zunächst die definitive Einigung der Experimentatoren über eine unbedingtes Vertrauen verdienende Bestimmungsweise der atmosphärischen Kohlensäure und sodann an vielen Orten die Betheiligung an regelmässigen diesem wichtigen Elemente meteorologischer Forschung geltenden Beobachtungsreihen hervorgehen.

2) Als Mittel für die einzelnen Monate und grösseren Zeiträume der ganzen Beobachtungsperiode berechnen sich folgende Zahlen:

	Kohlensäure in 10000 Luft.	
1868.	Gewicht.	Volumen.
October	4,6520	3,0600
November	4,4200	2,9040
December	4,1316	2,7191
Mittel	4,4012	2,8943
1869.		
Januar	4,1516	2,7297
Februar	4,4382	2,9214
März	4,7380	3,0487
April	4,7157	3,0973
Mai	4,3350	2,8480
Juni	4,4076	2,8960
Juli	4,2777	2,8087
August	4,3480	2,8550
September	4,3186	2,8347
October	4,2653	2,7964
November	4,2093	2,7653
December	4,2967	2,8008
Jahres-Mittel	4,3751	2,8668

	Kohlensäure in 10000 Luft.	
1870.	Gewicht.	Volumen.
Januar	4,4711	2,9866
Februar	4,2570	2,7621
März	4,3258	2,8413
April	4,3080	2,8247
Mai	4,3390	2,8595
Juni	4,3315	2,8910
Juli	4,4706	2,9368
August	4,4166	2,8985
September	4,4560	2,9720
October	4,5408	2,9835
November	4,4286	2,9096
December	4,5619	2,9976
Jahres-Mittel	4,4089	2,9052
Gesammt-Mittel	4,4136	2,9197.

	Kohlensäure in 10000 Luft	
1871.	Gewicht.	Volume
Januar	4,5076	2,972
Februar	4,5869	3,013
März	4,7243	3,088
April	4,5663	2,981
Mai	4,7460	3,119
Juni	4,5322	2,977
Juli	4,4625	2,936
Mittel	4,5894	3,012

Aus diesen Zahlen ist für keine Periode des Jahres ein der Jahreszeit entsprechender gesteigerter oder verminderter Kohlensäuregehalt ersichtlich; und überhaupt möchte keinerlei Art von Gesetzmässigkeit darin angedeutet sein, ausser etwa gewisse engere Grenzen des Schwankens durch längere Zeiträume hindurch, z. B. vom Mai bis September 1869, vom März bis Juni 1870, vom Januar bis Juli 1871. Man könnte vielleicht daran denken, dass das höhere Kohlensäuregehalts-Niveau der letzteren Periode in einer gewissen Beziehung stehe zu dem kalten Winter 1870/71, indessen wird wohl Niemand solchen auf vereinzelter Grundlage stehenden Folgerungen einen grösseren Werth beilegen als denjenigen der Anregung von Fragen für künftige längere Beobachtungsreihen.

3) Eine von den Folgerungen, welche aus den de Saussure'schen Beobachtungen abgeleitet, von Boussingault jedoch aus seiner Versuchsreihe nur zum Theil bestätigt wurden, bezieht sich auf den Unterschied der Tageszeiten. Bei den Beziehungen der Vegetation zur atmosphärischen Kohlensäure lag es nahe, an einen am Tage sich vermindernden, des Nachts vermehrenden Kohlensäuregehalt der Atmosphäre zu denken, auch ist es gewiss nicht unwahrscheinlich, dass diese Voraussetzung unter günstigen Localverhältnissen und meteorischen Bedingungen, also in Mitten grosser mit Vegetation bedeckter Ebenen und bei ruhiger klarer Luft in den Beobachtungsresultaten einen Ausdruck finde; meine eigenen Beobachtungen sprechen jedoch dafür, dass im Grossen und Ganzen die anderen meteorischen Bedingungen, in Rostock namentlich die nur selten unterbrochene Bewegtheit der Luft, einen weit überwiegenden, denjenigen der Vegetation gänzlich maskirenden Einfluss ausüben. Uebersehen wir z. B. die Zahlen der Juni- und Juli-Tabelle der Jahre 1870 und 1871, so zeigt sich an Tagen, wo nicht Aenderungen in dem ganzen Luftzustande eingetreten waren, zwischen Vormittag und Nachmittag überhaupt kein Unterschied; an solchen, wo Wind und Wetter sich geltend machten, war der Kohlensäuregehalt ebenso oft oder noch öfter am Nachmittage vermehrt wie vermindert. Einige Male und zu verschiedenen Zeiten während der ersten Beobachtungsperiode sind besondere vergleichende Bestimmungen

des Nachts neben den gewöhnlichen Tagesbeobachtungen vorgenommen. Da das Ergebniss völlig bedeutungslos erschien, wurde es in den Tabellen nicht besonders registrirt. Nur eine lange fortlaufende Reihe solcher Vergleichungen könnte zu Folgerungen berechtigen.

4) Dass Aenderungen in dem Kohlensäuregehalte der Atmosphäre an einem bestimmten Orte, durch in der Nähe stattfindende Einwirkungen herbeigeführt, daselbst für die Beobachtung bemerklich werden, spricht sich in vielen Zahlen unserer Tabelle aus. Auf die Bedeutung aller Formen wässeriger Niederschläge in dieser Beziehung ist schon von früheren Beobachtern nicht nur überhaupt aufmerksam gemacht worden, sondern namentlich auch mit dem Hinweis, wie die Niederschläge je nach Umständen in entgegengesetztem Sinne wirken können. Bei näherer Prüfung erkennen wir eine grosse Complicirtheit von Einzelwirkungen, welche sich theils antagoniren und neutralisiren, theils zu einem stärker hervortretenden Resultate in dem einen oder dem entgegengesetzten Sinne addiren können. Das reine Wasser an sich absorbirt, wie Bunsen in seiner berühmten Abhandlung über das Gesetz der Gasabsorption — Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. XCIII. p. 1—50 — nachgewiesen hat, aus der Atmosphäre bei mittlerer Temperatur nur ohngefähr ebenso viel Kohlensäure, dass der Kohlensäuregehalt des Regenwassers nach Volumprocenten demjenigen der Luft ohngefähr gleicht, mit Zugrundelegung der Saussure'schen Zahl (0,0415 Proc.). In destillirtem Wasser, welches mit freier atmosphärischer Luft geschüttelt war, fand ich bei drei Bestimmungen 0,833, 0,812 und 0,848 Milligramm Kohlensäure pro Liter, in frisch gefallenem Regenwasser auffallender Weise 1,073 Milligramm. Die ersten Zahlen würden, sofern anzunehmen ist, dass der Anwendung der Bunsen'schen Formel drei absolut richtige Voraussetzungen zu Grunde liegen, besser zu dem Saussure'schen Ausdruck für den Kohlensäuregehalt der Luft und zu den hieraus von Bunsen berechneten Zahlen, als zu der von mir gefundenen geringeren Menge der atmosphärischen Kohlensäure stimmen. Jedenfalls aber giebt jene directe Bestimmung des Kohlensäurequantums, welches von reinem Wasser aus der Luft aufgenommen wird, eine Bestätigung

dafür, dass die directe Verminderung der Kohlensäuremenge in der Luft durch den in dieser niederfallenden Regen nur eine minimale sein könne. Anders könnte es sich vielleicht mit Nebel und Schnee verhalten. Bei Windstille und stark niederfallendem Nebel, dessen Bestandtheile zur Kohlensäurebestimmung immer mitwirkten, habe ich relativ häufig einen erheblich gesteigerten Kohlensäuregehalt der Luft beobachtet. Nebel ist z. B. in dem Tagebuch des Laboratoriums (bei der Navigationsschule scheint an demselben Tage die Luft keine Veranlassung zur Notirung von Nebel gegeben zu haben) am 14. November 1868 notirt. Der Kohlensäuregehalt betrug gleichzeitig 3,3 Vol. in 10000 Luft, am Tage vorher 3,07, am folgenden Tage 2,91. Am 19. December 1868 war bei dem Laboratorium Nebel, bei der Navigationsschule nicht; die Kohlensäuremenge betrug an diesem Tage 2,94, am Tage vorher 2,73, am folgenden Tage 2,69. Am 10. Januar 1869 ist »stark niedergehender Nebel« notirt; die Kohlensäuremenge erhob sich von 2,84 des Tags vorher auf 3,01. Wenn diesen Beispielen andere das Gesagte nicht bestätigende oder wohl gar ihm widersprechende vielfach zur Seite gestellt werden können, so würde sich dazu in jedem Falle eine besondere Interpretation finden lassen, obschon immer mit der Gefahr des Abweges auf bedenkliche Bahnen eines tendenziösen Argumentirens.

Schneefall ist gleichfalls häufig in stark ausgesprochener Weise mit plötzlich gesteigertem Kohlensäuregehalt verbunden beobachtet. Am 22. Januar 1869 stieg derselbe nach nur 50 Gr. Schnee von 2,56 auf 2,71, am 24. Januar nach 400 Gr. Schnee von 2,69 auf 2,81, am 27. Januar bei 250 und 750 Gr. Schnee von 2,8 auf die ganz ungewöhnliche Höhe 3,37; bei letzterem Schneefall war nach vorausgegangenem starkem SW.-Winde die Luft plötzlich ruhig geworden; am 3. März desselben Jahres erhob sich nach 240 Gr. Schnee bei geringem OSO.-Winde der Kohlensäuregehalt von 2,96 auf 3,15; der Schneefall zwischen dem 5. und 7. November war mit Regen vermischt und vielleicht darum ohne Einfluss; die Steigerung der Kohlensäuremenge am 29. November von 2,77 auf 3,04 könnte ebenso sehr dem plötzlich eingetretenen starken W.-Winde wie dem Schneefalle von 250 Gr. beigemessen werden; nachdem dem Schnee-

falle vom 1. zum 2. December ein geringes Sinken des Kohlensäuregehalts gefolgt war, hob sich der letztere nach 500 Gr. Schnee am 3. December von 2,75 auf 3,03. Wir wollen hierbei nicht übersehen, dass zu anderen Zeiten, z. B. im Januar und Februar 1871, selbst reichlichere Schneefälle die in den vorigen Beispielen begründet erscheinende Auffassung nicht bekräftigen.

Dass Regen in sehr entgegengesetztem Sinne auf den Kohlensäuregehalt der Luft von Einfluss sein könne, ist schon aus den Saussure'schen Beobachtungen gefolgert und eine Erklärung dafür versucht worden. Man glaubte erkannt zu haben, dass die Dauer des Regens stärker auf den Kohlensäuregehalt influire, als seine Menge, sofern Befeuchtung des Bodens durch schwachen Regen ihn beträchtlicher vermindere, als dies durch Ueberfluthung geschehe. Wir dürfen uns nicht verhehlen, dass wir über die einzelnen an den Wirkungen des Regens concurrirenden Ursachen noch sehr ungenügend unterrichtet sind. Zunächst wird man daran denken müssen, dass in vielen Fällen der Regen mehr Symptom der auf Aenderungen des Kohlensäuregehaltes der Luft influirenden Bedingungen, als directer Vermittler dieser Aenderungen sei, und wird in diesem Sinne alle begleitenden Witterungserscheinungen mit in Betracht zu ziehen haben. Entsteht er durch kältere, dem Beobachtungsorte zugeführte Luft, so wird sich letztere durch den ihr eigenthümlichen Kohlensäuregehalt ebenso bemerklich machen, wie im umgekehrten Falle die herbeiströmende warme feuchte Luft in ihrer Weise; es würde also hiernach weniger der Regen selbst, als der ihn erzeugende Wind und der in Bezug auf den Kohlensäuregehalt besondere Charakter der den Wind sendenden Erdgegenden das bedingende Moment sein. Durch die Wirkungen, welche der Regen im Boden hervorbringt, hat er indirect für das Gesammtresultat unzweifelhaft einen bestimmten und zwar um so grösseren Antheil, je mehr die localen und zeitlichen Verhältnisse in dem durchfeuchteten Boden überwiegend der Freiwerdung von Kohlensäure oder ihrer Absorption günstig sind; es ist nur die Frage, ob die bezüglichen Vorgänge schnell genug stattfinden, dass eine unmittelbare oder alsbald nach einem

Regen eintretende Veränderung des Kohlensäuregehaltes der Luft auf ihre Rechnung gesetzt werden darf. Eine Bildung von Kohlensäure im Boden verursacht der Regen, sofern in der bis dahin trockenen Erde der Verwesungsprocess pausirte oder wenigstens stark herabgedrückt war, durch Befeuchtung der humosen Stoffe aber wieder angeregt ist. Denken wir uns, die ganze so erzeugte Kohlensäure trete aus der oberen 0,02 M. dicken Bodenschicht unmittelbar in die Luft über, so würde zur Beantwortung der aufgeworfenen Frage zunächst das Quantum dieser Kohlensäure festzustellen sein. Nach den im hiesigen Laboratorium von Paul Petersen — Landw. Versuchs-Stationen, Bd. XIII. p. 161 ff. — angestellten Versuchen gab eine schwach feuchte Laubholzerde binnen 24 Stunden bei 12 bis 13^0 C. ein Kohlensäurequantum, welches pro Cubikmeter Erde 334 Grm. ausmacht, für dieselbe Erde ungemergelt 61 Grm., eine thonige Ackererde gemergelt 163 Grm., dieselbe ungemergelt 57 Grm. Legen wir einer weiteren Betrachtung die höchste dieser Zahlen zu Grunde, denken wir uns, es sei nach vorausgegangener Dürre an einem Abend Regen gefallen und die am andern Morgen untersuchte Luft habe die ganze binnen 12 Stunden in einer 0,02 M. dicken Bodenschicht gebildete Kohlensäure bis zum Beobachtungsorte, der etwa 5 Meter über dem Boden liegen soll, gleichmässig in sich aufgenommen, ohne darüber hinaus etwas davon abgegeben zu haben, es seien also 3,34 Grm. Kohlensäure auf 5 Cubikmeter vertheilt, so würde dies für je 25 Liter Luft 0,0167 Grm., also reichlich eine Verdoppelung der normalen Menge atmosphärischer Kohlensäure, oder wenn wir die angenommenen Bedingungen auf ein Zehntel abgeschwächt annehmen, eine Vermehrung der Kohlensäure um 1,67 Milligrm. pro 25 Liter Luft repräsentiren, eine Zahl, welche es recht wohl zuzulassen scheint, dass unter Umständen die nach einem Regen beobachtete Vergrösserung der atmosphärischen Kohlensäure jene Erklärung finde.

In wie weit durch mehr oder minder starke Durchfeuchtung des Bodens derselbe zu einer Absorption atmosphärischer Kohlensäure oder umgekehrt zur Freilassung der von ihm rein mechanisch gebunden gewesenen Kohlensäure veranlasst wird, ist eine Frage, zu deren eingehender Erörterung uns gleichfalls noch

nicht das nöthige Material an fundamentalen Forschungen zu Gebote steht, so werthvoll in letzterer Beziehung auch die Anfänge solcher Arbeiten sind, welche wir dem Reichardt'schen Laboratorium in Jena verdanken.

Die zahlreichen Fälle, wo auf schwächeren und stärkeren Regen folgend bald Vermehrung, bald Verminderung der atmosphärischen Kohlensäure beobachtet ist, wird man aus den Tabellen leicht herausfinden können.

5) Durch die ganze Beobachtungsreihe hindurch wurde überwiegend häufig die Aufmerksamkeit auf die Abhängigkeit der Veränderungen im Kohlensäuregehalte der Luft von der Windesrichtung gelenkt. In diesen Abhängigkeitsverhältnissen zeigte sich zeitweise etwas so Typisches, dass es schien, als seien die Abweichungen nur scheinbare, der Wind, wie ihn die Windfahne am Beobachtungsorte anzeigt, sei durch locale Einwirkungen alterirt oder überhaupt auf seinem Wege von der ursprünglichen Richtung abgelenkt, es könne aus jeder einzelnen beobachteten Vermehrung oder Verminderung der Kohlensäuremenge sicherer auf die Himmelsgegend der die Luft sendenden Erdregionen geschlossen werden, als aus den in der Nähe beobachteten Luftströmungen. Das consequente Festhalten an dieser Auffassung führte zu weitergehenden Betrachtungen über die muthmassliche Gegensätzlichkeit des Meeres und der Continente in ihren Beziehungen zu der atmosphärischen Kohlensäure. Wir sind gewohnt, bei allgemeinen Betrachtungen über die auf Aenderungen der Zusammensetzung der Luft influirenden Ursachen und über den Kreislauf der elementaren Bestandtheile der organischen Schöpfung mehr an die Vorgänge auf der festen Erdenrinde als an das den ungleich grösseren Theil der Erdoberfläche bedeckende Meer zu denken. Seitdem wir uns für den Ackerbau den Guano, Fischabfälle und andere Producte der Meeres-Thierwelt nutzbar gemacht haben und darum auf den Ocean als unerschöpfliche Fundgrube solcher Schätze zur Verwerthung wenigstens in der Zukunft hinblicken, seitdem in rein wissenschaftlichem Interesse umfassende Untersuchungen über die Flora und Fauna des Meeres unternommen sind und dessen Tiefen mit ihren wunderbaren organischen Gebilden zu

den interessantesten Objecten der Naturforschung gehören, seitdem durch die Seeaquarien Kenntniss von dem Reichthum, der Mannigfaltigkeit und Schönheit jener Gebilde, oder wenigstens das Interesse dafür Allgemeingut geworden ist, werden wir beständig darauf hingewiesen, den Forschungen über die Lebensbedingungen der marinen Pflanzen- und Thierwelt nachzugehen, den Gesammt-Umfang dieses Theils der organischen Schöpfung gegen denjenigen der festen Erdoberfläche genauer zu schätzen und ihren überwiegenden Antheil an den Wechselwirkungen zwischen dem organischen Leben und der Atmosphäre richtiger zu würdigen.

Nachdem ich wiederholt bemerkt hatte, dass mit dem Eintreten von Wind, welcher deutlich ausgesprochene Luft aus dem nordöstlichen Continente brachte, der Kohlensäuregehalt der Luft vergrössert war und umgekehrt auf Süd-West-Wind von dem Charakter weiterer Erstreckung ein Sinken der Kohlensäure-Menge folgte, glaubte ich mir sagen zu dürfen, dass das Meer der Heerd einer beständigen Absorption von Kohlensäure aus der Atmosphäre sei und das Gleichgewicht des mittleren Gehaltes der Luft an Kohlensäure durch das Plus hergestellt werde, welches auf dem Lande aus den vulcanischen Exhalationen, der thierischen Athmung, den Verwesungsvorgängen, Verbrennungsprocessen und anderen noch unklaren Vorgängen, gegenüber den geringeren Gesammtwirkungen der Vegetation und der übrigen, die atmosphärische Kohlensäure bindenden oder absorbirenden Ursachen, resultirt. Diese noch vor, also ganz unabhängig von dem Bekanntwerden der Thorpe'schen Untersuchung über den Kohlensäuregehalt der Seeluft angestellten Betrachtungen führten zu besonderen Versuchen über das Absorptionsverhältniss des Seewassers gegen die atmosphärische Kohlensäure. Es stand mir freilich nur Ostseewasser zu Gebote, ich zog dessen Benutzung zu den Versuchen aber schon darum dem Experimentiren mit Wasser aus der Nordsee oder noch entfernteren Gegenden des Meeres vor, weil ich jenes immer frisch haben konnte und ausserdem eigentliches Meerwasser mit dem normalen Salzgehalte als Object für eine besondere spätere Versuchsreihe vorbehalten blieb. Zur Abscheidung und

Bestimmung der Kohlensäure wurde mittelst des Arendt'schen Doppel-Aspirators, der in diesem Fall nicht aspiratorisch, sondern so in Gebrauch genommen wurde, dass er als Druck-Gasometer wirkte, kohlensäurefreies Wasserstoffgas durch 500 CC. des in einer Flasche befindlichen Ostseewassers und von da durch einen Kugelapparat mit titrirter Barytlösung hindurchgetrieben; das Gas gelangte in die obere Hälfte des Gasometers zurück und konnte nach dessen Umkehrung beliebig oft wiederholt benutzt werden. Zu vollständiger Deplacirung der Kohlensäure aus dem Wasser führte dieses Versuchsverfahren allerdings nicht, da selbst, nachdem mehr als 300 Liter Wasserstoffgas hindurchgetrieben waren, immer noch Spuren von Kohlensäure mit fortgeführt wurden; es war aber der Beweis geführt, dass die Art des Gebundenseins der gefundenen Kohlensäure eine solche war, welche dem Verhalten eines bloss absorbirten Gases gleicht. Es waren schon Versuche vorausgegangen, bei welchen man kohlensäurefreie atmosphärische Luft durch das Wasser leitete, die überraschend grosse Kohlensäuremenge aber, welche sich ergab, konnte als Oxydationsproduct organischer Substanzen gedeutet werden; darum erschien die Anwendung eines sauerstofffreien Gases wünschenswerth und wurde Wasserstoffgas als dasjenige gewählt, welches, indem es nach dem Einbringen in den Gasometer bei seinem mehrmaligen Ueberleiten aus einer Abtheilung des Gasometers in die andere durch ein glühendes Rohr hindurchging, von dem noch beigemengten und auch im Sperrwasser absorbirt gewesenen Sauerstoff sich leicht befreien liess. Das Quantum der Kohlensäure, welches aus 500 CC. Seewasser auf diese Weise deplacirt wurde, betrug nach fünf- bis sechstägigem Durchleiten des Wasserstoffgases bei mehreren Versuchen zwischen 3 und 5 Milligramm, also das Sieben- bis Zwölffache von dem Kohlensäuregehalte destillirten Wassers, welches mit atmosphärischer Luft geschüttelt war; bei Fortsetzung des Durchleitens kamen immer noch Spuren von Kohlensäure, so dass auf solche Weise eine genaue Bestimmung der Menge absorbirter Kohlensäure nicht erreichbar schien. Auch die lange Dauer eines jeden Versuchs entmuthigte; es wurde daher diese Art des Experimentirens aufgegeben, nachdem sie

Monate lang fortgesetzt zu dem allerdings wichtigen Resultate geführt hatte, dass dieselbe Portion Wasser, aus welcher die Kohlensäure deplacirt war, eine ohngefähr gleiche Menge derselben durch Schütteln mit atmosphärischer Luft immer wieder aufnahm. Die nun folgenden Bestimmungen der absorbirten Kohlensäure geschahen durch Auskochen nach den bekannten Principien, jedoch unter Anwendung der Auffangeglocke und der Vorrichtung zur Uebertragung des Gases in das am oberen Ende verjüngte calibrirte Absorptionsrohr, welche für die im hiesigen Laboratorium seit einigen Jahren gebräuchliche durch Wulfert — in dessen Inauguraldissertation — bekannt gewordene Methode der Salpetersäurebestimmung construirt ist. Jede Portion Wasser war vor dem Auskochen mit dem mehrere hundertfachen Volumen freier atmosphärischer Luft geschüttelt. Das Quantum der auf diese Weise gefundenen Kohlensäure betrug im Mittel einer Anzahl Versuche 11,83 Milligrm. pro Liter Ostseewasser, jedoch variirten die einzelnen Versuchszahlen in etwas weiten Grenzen — von weniger als 11 bis über 13 Milligrm. — und überhaupt stellten sich der Durchführung dieses Theils der Untersuchung so mannigfache Schwierigkeiten und Unzulänglichkeiten entgegen, dass es eines immer wieder erneuten Anlaufs zu controlirender Experimente bedurfte, um endlich zu wenn auch nicht objectiver Gewissheit, so doch zu der leitenden Ansicht zu führen: in der Zusammensetzung des Seewassers sei die Bedingung für das Vermögen desselben vorhanden, der atmosphärischen Luft weit reichlicher, als dies durch reines Wasser geschieht, Kohlensäure zu entziehen. Welcher Bestandtheil des Seewassers dieses Absorptionsvermögen desselben vermittelt, ist aus den bisherigen Versuchen unentschieden geblieben. An eine einfache mechanische Absorptionswirkung der Lösung des einen oder des anderen Salzes ist wohl nicht zu denken, man wird vielmehr die Betheiligung schwach chemischer Actionen annehmen dürfen. Die directen Versuche über das Verhalten der hervorragenden Bestandtheile des Seewassers blieben ohne belehrendes Resultat; dies gilt besonders von Chlornatrium- und Chlorcalciumlösungen, während halbprocentige Lösungen von Chlormagnesium und noch mehr Gemisch derselben mit Kochsalz-

lösung aus atmosphärischer Luft drei bis fünfmal so viel Kohlensäure, als jene Flüssigkeiten, enthielten. Unerklärlich, darum aber vielleicht um so mehr zu ferneren Versuchen anregend, war das Verhalten von Seewasser, welches bereits ausgekocht war: es absorbirte dann kaum ein Fünftel bis ein Viertel der Kohlensäuremenge, als wenn man die vorher darin enthalten gewesene Kohlensäure durch Wasserstoffgas verdrängt hatte. Denkbar wäre es, dass die Combination der Lösungen von Chlormagnesium etc. mit der dem Seewasser eigenthümlichen geringen Menge kohlensaurer Salze des Calciums und Magnesiums und der beim Kochen sich ändernde amorphe Zustand der letzteren einen Erklärungsgrund abgeben. Den Gasen des Meerwassers hat man wiederholt Aufmerksamkeit zugewendet, aus der ganzen darüber vorliegenden Literatur geht aber wesentlich nur die Unzulänglichkeit unserer Kenntniss dieser Verhältnisse und die Aufforderung hervor, den Gegenstand einer besonderen nach allen Seiten hin erschöpfenden Forschung zu unterwerfen.

Inwiefern die ausgesprochene Auffassung von den allgemeinen Beziehungen des Gegensatzes von Land und Meer zu den Gleichgewichtszuständen der atmosphärischen Kohlensäure, worauf hin ich während der ganzen Zeit der Beobachtungen geführt wurde, durch die bestätigenden und widersprechenden Zahlen der Tabellen unterstützt worden, ist aus dem Anblick dieser Zahlen und den daneben stehenden Windnotirungen nicht leicht unmittelbar zu entnehmen, weshalb ich auch den Hinweis auf die zahlreichen Einzelfälle, welche den ganzen Gedanken anregten und welche auf viele Leser gewiss denselben Eindruck machen werden, unterlasse. Es werden noch Beobachtungen von verschiedenen anderen Orten, wozu sich besonders die vom freien Ocean begrenzten Küsten grosser Continente empfehlen, hinzukommen müssen, damit die vorliegenden Notirungen nach jener Seite hin von der Meteorologie ihre richtige Würdigung finden können. Jede weitergehende Forschung dieser Art darf als ein Beitrag zur Physiologie der Mutter Erde begrüsst werden.

Mittheilungen aus der physiologischen Versuchs-Station Tharand.

VIII. Ueber die Keimkraft der käuflichen Runkelsamen.

Von

Friedrich Nobbe.

Der »Runkelsamen« des Handels ist ein complicirtes Gebilde, welches 1 bis 6 Einzelfrüchte (Schlauchfrüchte) enthält. Schon vor der Reife sind die zu einem Knäule vereinigten bis 5 oder 6 Blüthen an ihrer Basis mit einander verwachsen und fallen schliesslich als ein Gesammtkörper ab. An diesem Fruchtknäul (Fig. 1) bemerkt man daher, theilweise bedeckt von den vertrockneten Blüthenhüllen, eine entsprechende Anzahl verschlossener Höhlen, welche je einen glänzend braun behäuteten Samen (Fig. 2 *b* natürliche Grösse) enthalten. Die holzharte Fruchtschale ist mit ihren ganzen Seitenwänden an das zugehörige Perigon angewachsen.



Fig. 1.

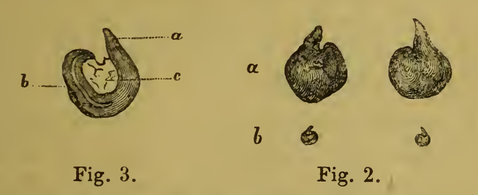


Fig. 3. Fig. 2.

Der Same liegt in der Fruchthöhle horizontal, d. h. etwas von oben nach unten zusammengedrückt. Der Keim (Fig. 3), welcher aus dem W ü r z e l c h e n (*a*) und den langgestreckten Samenlappen (*b*) besteht (zwischen letzteren die Stammknospe mit den Anlagen der ersten Blättchen), verläuft peripherisch dicht unter der Samenhaut und umschliesst einen schneeweissen »E i w e i s s k ö r p e r« (*c*), welcher als Reservestoff wesentlich Stärkemehl in der Form sehr kleiner rundlicher Körner führt.

Der Keim selbst enthält keine Stärke, dafür ausser stickstoffhaltigen Stoffen beträchtliche Mengen fetten Oeles.

Unter der Keimung günstigen Umständen schwillt der gesunde Runkelsamen zunächst auf, sprengt die Aussenwand der Schlauchfrucht deckelförmig ab, und es streckt sich nun das Würzelchen mehr oder minder lang hervor, bis endlich auch die Keimblätter mit dem eingeschlossenen «Federchen» hervortreten und sich vom Fruchtknäul ablösen, nicht ohne dass in einzelnen Fällen kräftige Samen den ganzen Fruchtkörper ein Stück emporgehoben haben. —

In der Praxis pflegt man auf einen Runkelknäul durchschnittlich etwa drei Keimpflänzchen zu rechnen. Die folgenden Mittheilungen sind bestimmt, die Richtigkeit dieser Annahme und einige sich anschliessende praktische Fragen in Erörterung zu ziehen.

Im Besitze einer grösseren Anzahl von Proben Runkelsamen, welche aus verschiedenen Städten Deutschlands von renommirten Samenhandlungen bezogen worden, haben wir behufs der Keimprüfung je 100 Knäule theils im Keimapparat, theils in feuchtem Fliesspapier, theils in Gartenerde bei einer constanten Temperatur von 15⁰ R. ausgelegt und diese Exposition so lange andauern lassen — im Durchschnitt 43, in einzelnen Fällen 67 Tage — als überhaupt noch einzelne Samen nachkeimten. Jede Probe ist mindestens zweimal geprüft worden, und die nachfolgenden Ergebnisse stellen daher den Durchschnitt mehrerer Versuche dar.

Die Verunreinigungen der Runkelproben — fremde Samen, Sand, Spreu etc. — wurden durch mechanisches Auslesen der auf Glanzpapier ausgebreiteten Probe mittelst Pincetten ermittelt. Die Menge fremder Bestandtheile in dem Runkelsamen ist verhältnissmässig nicht gross; sie beträgt im Durchschnitt von 29 Proben 1,6 Proc., im Maximum 7,8 Proc., im Minimum 0,6 Proc. —

Zur Feststellung der in einem Kilogramm der reinen Waare enthaltenen Anzahl von Runkelknäulen wurden je 1000 Stück der Proben abgezählt und aus deren Gewichte die gesuchte Zahl abgeleitet.

Die letzte Rubrik der folgenden Tabelle I enthält schliesslich die Anzahl der Keimpflänzchen, welche von 100 Gewichtstheilen der Bruttoprobe, mit Berücksichtigung der in derselben enthaltenen Verunreinigungen, gewonnen worden sind. Diese Rubrik stellt mithin den eigentlichen Gebrauchswerth der Waare dar.

Tabelle I.

No.	Bezeichnung der Waare seitens des Verkäufers.	In 1 Kilogrm. sind enthalten Knäule.	Verunreinigung in Proc.	Dauer der Keimung in Tagen.	100 Knäule lieferten Keimpflanzen.	100 Theile der Probe.
1	Runkelrübe	—	2,3	67	173	**169,0**
2	dgl.	—	1,1	67	169	**168,8**
3	dgl.	—	0,9	67	157	**155,6**
4	dgl.	—	1,5	67	137	**134,9**
5	Runkelsame	—	1,5	36	26	**25,6**
6	Turnips!	—	1,0	35	34	**33,6**
7	Runkelrübe	42950	2,9	35	25	**24,3**
8	Turnips!	38760	0,7	35	81	**80,4**
9	Pfahlförmige Runkel	43350	1,0	51	114	**112,9**
10	Turnips!	—	1,0	31	155	**153,4**
11	Turnips, beste Sorte!	38110	0,6	11	129	**128,2**
12	Erfurter gelbe Flaschen-Runkel	49120	1,3	35	124	**122,3**
13	Runde gelbe Runkel	44270	1,0	51	132	**130,7**
14	Lange rothe aus der Erde wachsende	47920	2,6	35	96	**94,4**
15	dgl.	41340	1,1	35	178	**176,0**
16	Ganz echte Braunschweiger lang über die Erde wachsende rothe Turnips!	40770	1,1	28	138	**136,5**
17	Rothe Riesen-Pfahl-Turnip!	—	0,9	19	13	**12,9**
18	Rothe Turnip!	—	0,9	31	24	**23,8**
19	Lange rothe Turnip!	36400	1,6	24	211	**207,6**
20	Gelbe Oberndorfer Rübe	49700	2,5	35	27	**26,3**
21	dgl.	50230	0,9	35	25	**24,8**
22	Echte Oberndorfer Rübe	60420	2,0	38	97	**95,1**
23	Leutewitzer Rübe	55010	1,7	51	163	**160,2**
24	dgl.	34620	0,8	51	132	**130,9**
25	dgl.	61580	1,7	51	141	**138,6**
26	Salatrübe	—	1,1	67	177	**175,0**
27	Rothe Salatrübe	55890	1,5	57	125	**123,1**
28	Weisse Imperial-Zuckerrübe	—	1,5	57	134	**132,0**
29	Zuckerrübe	47850	7,8	57	102	**94,0**
	Durchschnittlich	46570	1,6	43,4	111,7	110,0
	Höchstens	61580	7,8	67	211	207,6
	Mindestens	34620	0,6	11	13	12,9

Hiernach würde im grossen Durchschnitt nicht viel mehr als etwa eine Keimpflanze von einem ausgesäeten Runkelknäul zu erwarten sein, obschon in einzelnen Fällen nahezu, in einem (No. 19) sogar etwas über zwei Keimpflanzen aus einem Fruchtknäul hervorgegangen sind.

Setzen wir nun diesen Befund mit dem durchschnittlichen Gehalt eines Rübenknäuls an Samen in Beziehung, indem wir zunächst feststellen, wie gross überhaupt die Zahl der in einem Fruchtknäul enthaltenen Samen ist; sodann: wie viele der letzteren sich lebenskräftig erweisen.

Um das numerische Verhältniss zwischen den in 100 Fruchtknäulen überhaupt vorhandenen und den von ihnen keimfähigen Samenkörnern festzustellen, wurden mit einer kleineren Anzahl von Runkelproben anderweite Versuchsreihen eingeleitet, nach dem vollständigen Erlöschen der Keimungsvorgänge jeder Fruchtknäul sorgfältig revidirt und die nicht zur Entwickelung gelangten Samen abgezählt.

Durch Addition dieser und der gekeimten Samen gelangt man zu folgenden Ziffern:

Tabelle II. Je 100 Rübenknäule haben geliefert:

No.	Keimfähige Samen.	Nicht keimfähige Samen.	Samen überhaupt.	Keimkraft in Procenten der Samen.
I.	95	116	211	45,0
II.	131	123	254	51,6
III.	126	122	248	50,8
IV.	152	108	260	50,8
V.	187	40	227	82,4
VI.	146	77	223	65,5
VII.	186	69	255	73,0
Durchschnittlich	146	93,6	239,7	59,6
Höchstens . . .	187	123	260	82,4
Mindestens . . .	95	40	211	45,0

Nach diesem Ergebniss würde auf einen Runkelknäul ein durchschnittlicher Gehalt von etwa $2^1/_3$ Samen zu rechnen sein, und von diesen sich etwa 60 Proc. keimungsfähig erweisen, d. i. etwas mehr als in dem obigen, von einer grösseren Versuchsreihe erzielten Durchschnitt der Tabelle I, in welcher

mehrere recht schlechte Samenproben einen starken Druck auf den Mittelwerth ausüben.

Der specielle Befund bei diesen numerischen Bestimmungen stellt sich in der folgenden Uebersicht dar.

Tabelle III. Von 100 ausgelegten Rübenknäulen enthielten:

No.	Keinen Samen.	1 Samen.	2 Samen.	3 Samen.	4 Samen.	5 Samen.	6 Samen.	Summa d. Rüben-knäule.	Summa der Samen.
I.	—	26	41	29	4	—	—	100	211
II.	—	16	37	28	15	4	—	100	254
III.	4	16	31	30	11	6	1	100	248
IV.	—	10	42	28	18	2	—	100	260
V.	—	17	47	28	8	—	—	100	227
VI.	3	17	40	34	6	—	—	100	223
VII.	—	9	39	42	8	2	—	100	255
Mittel:	1,0	16,0	39,6	31,4	9,9	2,0	0,14	100	239,7

Die relative Mehrheit der Rübenknäule (39,6 Proc.) besitzen demnach 2 Samen; fast eben so häufig (31,4 Proc.) sind Knäule mit 3, seltener solche mit 1 und 4 Samen: nur sehr sparsam treten Knäule auf, welche 5 oder 6 oder auch gar keine Samen enthalten. Der letztere Fall ist entweder daraus zu erklären, dass die Früchte vorzeitig abgerafft worden, oder dass die Samen etwa in Folge von Verletzungen zur Blüthezeit überhaupt nicht zur Entwickelung gelangt sind; doch muss hier constatirt werden, dass man bei der Untersuchung grösserer Reihen von Runkelsorten nicht selten Knäule findet, in denen einzelne — bisweilen sogar eine nicht unbeträchtliche Anzahl — Samen bereits verloren gegangen und die betr. Fruchthöhlung leer ist. Man hat daher Ursache, beim Ankauf von Runkelrübensamen auch auf diesen Umstand die Aufmerksamkeit zu richten. Die sicherste Prüfung jedweden Saatguts bleibt freilich immer der richtig durchgeführte Keimungsversuch, welcher alle derartigen Werthmomente einer Saatwaare unfehlbar ans Licht stellt.

Tabelle IV. Von je 100 Rübenknäulen lieferten:

No.	Keine Pflanze.	1 Pflanze.	2 Pflanzen.	3 Pflanzen.	4 Pflanzen.	5 Pflanzen.	Summa der	
							Knäule.	Keimpflanzen.
I.	40	32	22	5	1	—	100	95
II.	22	38	27	13	—	—	100	131
III.	21	41	30	7	1	—	100	126
IV.	20	29	37	8	5	1	100	152
V.	1	28	55	15	1	—	100	187
VI.	22	29	33	13	3	—	100	146
VII.	8	27	39	23	3	—	100	186
Mittel:	$19,_{1}$	$32,_{0}$	$34,_{7}$	$12,_{0}$	$2,_{0}$	$0,_{14}$	100	$146,_{1}$.

In der vorhergehenden Uebersicht sind die für obige Untersuchung verwandten Fruchtknäule geordnet nach Massgabe der von ihnen producirten Keimpflanzen.

Von 100 ausgelegten Rübenknäulen sind mithin im Durchschnitt der 7 Proben 19, im ungünstigsten Falle sogar 40, im besten Falle ein Knäul gänzlich resultatlos verblieben. Die Mehrzahl der Fruchtknäule haben 1 und 2 Keimpflanzen hervorgebracht, im grossen Ganzen jeder Knäul nahezu $1^1/_2$, die verhältnissmässig besten Proben (Nr. V und VII) nicht ganz 2. —

Ein Gesichtspunkt von praktischem Interesse möchte ferner der sein: wie sich die gewonnenen Keimpflänzchen auf die Fruchtknäule mit verschiedener Samenzahl vertheilen. Es ist zwar von selbst einleuchtend, dass drei oder vier Keime nur aus einem Rübenknäul hervorgehen konnten, welcher eine mindestens gleich grosse Zahl von Samen einschloss. Wie aber verhält es sich mit denjenigen Knäulen, welche kein oder nur ein Pflänzchen producirt haben? Gehören diese vorzugsweise den armsamigen Knäulen an, oder finden sich darunter viele mit einer grösseren Anzahl von Samen?

Bezüglich der hierüber angestellten umfassenden Erörterungen beschränken wir uns, um nicht die Zahlen zu häufen, auf die Mittheilung der von zwei ungleichwerthigen Proben (No. I und IV) erzielten Resultate:

A. Die Probe No. I

hatte ergeben:

a.	26 Fruchtknäule,	welche	1 Samen	enthielten,	26 Samen
b.	41 »	»	2 »	»	82 »
c.	29 »	»	3 »	»	87 »
d.	4 »	»	4 »	»	16 »
Summa	100 Knäule				211 Samen.

a. Von den 26 Knäulen mit je einem Samenkorn
blieben unfruchtbar 19 Knäule
ergaben 1 Pflanze 7 » 7 Keimpflanzen

Summa 26 Knäule 7 Keimpflanzen = 27 % der Knäule,
= 27 % der Samen.

b. Von den 41 Knäulen mit je zwei (zusammen 82) Samen
versagten . . . . . 17 Knäule
lieferten 1 Pflanze 15 » 15 Keimpflanzen
» 2 » 9 » 18 »

Summa 41 Knäule 33 Keimpflanzen = 80 % der Knäule,
= 40 % der Samen.

c. Von den 29 Knäulen mit je drei (zusammen 87) Samen
blieben taub . . . 4 Knäule
lieferten 1 Pflanze 8 » 8 Keimpflanzen
» 2 » 12 » 24 »
» 3 » 5 » 15 »

Summa 29 Knäule 47 Keimpflanzen = 162 % der Knäule,
= 54 % der Samen.

d. Von den 4 Knäulen mit je vier (zusammen 16) Samen
lieferten 1 Pflanze 2 Knäule 2 Keimpflanzen
» 2 » 1 » 2 »
» 3 » 0 » 0 »
» 4 » 1 » 4 »

Summa 4 Knäule 8 Keimpflanzen = 200 % der Knäule,
= 50 % der Samen.

B. Die Probe No. IV

hatte ergeben:

a.	10 Fruchtknäule	mit	1 Samen	10 Samen
b.	42 »	»	2 »	84 »
c.	28	»	3 »	84 »
d.	18 »	»	4 »	72 »
e.	2 »	»	5 »	10 »
Summa	100 Fruchtknäule			260 Samen.

a. Von den 10 Knäulen mit je *einem* Samen
blieb taub . . . . 1 Knäul
ergaben 1 Pflanze 9 » 9 Keimpflanzen

Summa 10 Knäule 9 Keimpflanzen = 90 % der Knäule,
= 90 % der Samen.

b. Von den 42 Knäulen mit je *zwei* (zusammen 84) Samen
keimten nicht . . 11 Knäule
ergaben 1 Pflanze 11 » 11 Keimpflanzen
» 2 » 20 » 40 »

Summa 42 Knäule 51 Keimpflanzen = 124 % der Knäule,
= 61 % der Samen.

c. Von den 28 Knäulen mit je *drei* (zusammen 84) Samen
versagten . . . . 5 Knäule
ergaben 1 Pflanze 8 » 8 Keimpflanzen
» 2 » 10 » 20 »
» 3 » 5 » 15 »

Summa 28 Knäule 43 Keimpflanzen = 154 % der Knäule,
= 51 % der Samen.

d. Von den 18 Knäulen mit je *vier* (zusammen 72) Samen
keimten nicht . . 3 Knäule
lieferten 1 Pflanze 1 » 1 Keimpflanzen
» 2 » 6 » 12 »
» 3 » 3 » 9 »
» 4 » 5 » 20 »

Summa 18 Knäule 42 Keimpflanzen = 233 % der Knäule,
= 58 % der Samen.

e. Von den 2 Knäulen mit je *fünf* (zusammen 10) Samen
lieferten 2 Pflanzen 1 Knäul 2 Keimpflanzen
» 5 » 1 » 5 »

Summa 2 Knäule 7 Keimpflanzen = 350 % der Knäule,
= 70 % der Samen.

Es bleibt sonach die Procentzahl der keimungsfähigen Samen sich einigermassen gleich, mögen deren viele oder wenige in einem Fruchtknäul enthalten sein. Je mehr Samen daher in den einzelnen Fruchtknäulen einer Runkelsaat-Waare vorhanden sind, desto grösser wird voraussichtlich die von einer Anzahl Kerne zu erhoffende Menge von Pflanzen sein.

Von der Grösse der Rübenknäule ist mithin der Erfolg der Aussaat — sei es im Pflanzbeet oder im freien Felde — in gewissem Grade abhängig, falls die Waare überhaupt gut ausgereift und frisch war; jedoch wird dieser Vorzug beim Einkauf theilweise wieder aufgehoben, da von grösseren Knäulen eine kleinere Anzahl in einer Gewichts- oder Masseinheit enthalten sind, und überhaupt bei der directen Aussaat ins freie Feld ein sehr büscheliges Auflaufen zwar alle Vortheile — gegenüber den Angriffen des Erdflohs und jenen anderen zahlreichen, die junge Saat bedrohenden Einflüssen — gewährleistet, eventuell jedoch auch die Nachtheile und Gefahren eines intensiven Auslichtens hervorruft. —

Wenn sich im Allgemeinen (nach Tab. I) herausstellt, dass in einem Kilogramm käuflicher Runkelsamen im Durchschnitt verschiedener Sorten ca. 46570 Fruchtknäule enthalten sind (mit Schwankungen von 34620 bis 61580 Stück) und in diesen bei einer Keimkraft von 146 Proc. ca. 68000 keimfähige Samen, so liegt hierin eine gerechtfertigte Aufforderung für den Käufer, über die Abweichungen einer Handelswaare von diesem Durchschnitt — im guten oder bösen Sinne — *vor* dem Geschäftsabschluss und Verbrauch der Waare sich durch genaue Untersuchung Gewissheit und beziehungsweise Garantie zu verschaffen.

Selbstverständlich darf man von der *Feldsaat* die gleiche Menge Keimpflanzen nicht erwarten, welche der exacte Keimversuch unter den denkbar günstigsten Umständen gewährt. Es ist ja dieser Umstand ein willkommener Vorwand für manche landwirthschaftliche Samenhandlungen, der Garantie für die Echtheit, Reinheit und Brauchbarkeit der von ihnen verkauften Saatwaaren überhaupt sich zu entziehen! Als ob es einem verständigen Käufer einfiele, die Ergebnisse der *Feldprobe*, an welcher die Gunst der Witterung und eine Menge unter- und oberirdischer Feinde Antheil nehmen, als Unterlage der Gewährsforderung anzusehen!

Wäre die Feldprobe jenen Uebelständen *nicht* ausgesetzt, brächte sie, gleich dem Keimapparat, von jedem factisch lebens-

kräftigen Samenkorn ein Keimpflänzchen, so bedürfte man, um die Fläche eines Hektar mit Runkelrüben zu bestellen, bei einer Pflanzweite, welche ca. 60000 Individuen auf den Hektar bringt, statt der üblichen 12 bis 14 Kilogrm. nur ein Kilogrm. Runkelknäule von dem durchschnittlichen Charakter der Handelswaare.

Nach vorstehenden Erörterungen erscheint endlich das Verfahren mancher Samenhandlungen, welche anstatt geforderter Turnips-Samen Runkelsamen verabfolgen, in einem eigenthümlichen Lichte. Unter 28 grossen Firmen, von denen »Turnips, beste Sorte« bestellt worden, haben uns 16 Firmen Runkelrübensamen gesandt, in der Regel mit geradezu falscher Benennung, vielfach auch — mit einzelnen anerkennenswerthen Ausnahmen — unter Berechnung des höheren Preises der Turnipssamen! Die Entschuldigung dieses gewiss starken Verfahrens mit einem an sich tadelswerthen Herkommen, welches im deutschen Geschäftsleben gewisse Runkelsorten als Turnip bezeichne, ist um so hinfälliger, als, wie die Rubrik des Handelsnamen der Waaren in obiger Tabelle I ergiebt, alle möglichen und unmöglichen Runkelsorten als »Turnips« verkauft werden. Die Turnip der Engländer ist eine echte Kohlrübe, welche dem Formenkreise der Brassica Rapa rapifera angehört, und wenn statt derselben Beta verkauft wird, wenn ihr Name selbst in einzelne Samencataloge sich für Beta vulgaris eingeschlichen hat, so geschieht dies offenbar zum Nachtheil des unkundigen Käufers. Nur des unkundigen, denn es wird Niemand wagen, etwa den Zuckerfabrikanten, deren kundige Vigilanz in der Auswahl und Behandlung des Saatmaterials bekannt ist, ein analoges qui pro quo zu offeriren. Die beiden genannten Rübensorten lassen sich ohne Weiteres nicht mit einander vergleichen. Die Ansprüche beider an Boden und Klima, ihr Ertrag, ihr Futterwerth sind verschieden. Nicht überall, wo die Kohlrübe gedeiht, lässt sich mit Vortheil Runkelrübe erziehen; auch ist der ersteren ein günstigeres Nährstoffverhältniss eigen, und ob die grössere Massenproduction, auf eine gegebene Flächeneinheit bezogen, welche für die Runkelrübe im Vergleich zur Kohlrübe durch die sächsischen Concurrenzversuche (1855) für sehr gün-

stige Wachsthumsbedingungen allerdings nachgewiesen ist, auch für solche örtliche Verhältnisse eintrifft, welche wohl der Kohlrübe, nicht aber der Runkelrübe zusagen, bleibt noch dahingestellt. Wenn man aber die Gewichtsverhältnisse der Samen und deren durchschnittliche Keimkraft ins Auge fasst, so kann über den Vorzug der Turnips kein Zweifel bestehen. Im Mittel von 23 Sorten der Brassica rapa wogen 1000 Samenkörner $2,_{16}$ Grm., es sind mithin in einem Kilogrm. etwa 463,000 Turnipssamen, und bei einer im Durchschnitt zu $82,_{3}$ Proc. erörterten Keimkraft ca. 380,000 Stück keimfähiger Samen enthalten, d. i. fast die sechsfache Menge der in einem Kilogrm. enthaltenen keimungsfähigen Runkelrübensamen.

Redactions-Notiz.

In Bezug auf die im XIV. Bande der »Landw. Versuchs-Stationen« S. 77 veröffentlichte Abhandlung des Herrn Dr. R. Jones: »Studien über die Superphosphate« haben wir folgende Bemerkung zu machen.

Das Manuscript der betreffenden Abhandlung ist sub 16. Decbr. 1870 an die unterzeichnete Redaction eingereicht worden. Einige Wochen später, noch bevor dasselbe in die Druckerei hatte befördert werden können, musste die Redaction, nicht ohne Ueberraschung, wahrnehmen, dass eine Abhandlung wesentlich gleichen Charakters im Decemberhefte 1870 der »Annalen der Landwirthschaft in den Königl. Preuss. Staaten« gedruckt erschien. Dass unter solchen Umständen das Manuscript dem Herrn Einsender zur Verfügung zu stellen sei, war ausser Frage, als eine Zuschrift des Verf. einging, welche, unter Aufklärung des Sachverhalts, das Gesuch um Aufnahme des Artikels in die »Landw. Versuchs-Stationen« aufrecht erhielt: die im Laboratorium der Versuchs-Station zu Kuschen, deren Assistent der Herr Verf. dermalen gewesen, ausgeführte Arbeit sei ohne Wissen des Letzteren (doch auf Anordnung des landwirthschaftlichen Ministeriums und den gesetzlichen Bestimmungen gemäss N.) an die Redaction der »Annalen« gelangt; das an die »Landw. Versuchs-Stationen« eingesandte Manuscript stelle auch nicht eine einfache Abschrift des in den »Annalen« gedruckten Aufsatzes dar, sondern neben einigen unwesentlichen redactionellen Aenderungen seien der letzten Bearbeitung eine Einleitung beigefügt und einige Sätze, welche vielleicht nicht genügend begründet erschienen, weggelassen worden. In ihrer gegenwärtigen Form sei die Abhandlung bestimmt, für die Zwecke der Promotion des Herrn Verfassers verwendet zu werden, wozu eine entsprechende Anzahl von Separatabzügen erbeten wurde.

Wenngleich wir darnach dem Antrage des Herrn Dr. J. zu entsprechen um so weniger Bedenken getragen haben, als wir davon, dass der Herr Verf. von der Redaction der »Annalen« ein Honorar begehrt und empfangen, erst ganz neuerdings Kenntniss erhalten haben, so sei hiermit nachträglich erklärt, dass unsererseits die Priorität der »Annalen der Landwirthschaft« bezüglich des wesentlichen Inhalts der beregten Abhandlung ebenso wenig in Abrede gezogen werden soll, wie bezüglich zweier kleinen Aufsätze des Herrn Dr. A. Beyer (»Ueber die Ernährung von Wiesengräsern in Lösungen« und: »Ueber die Zersetzung des Feldspaths etc.«), welche zuerst im XXIX. Bande, S. 165 der »Annalen« gedruckt, auf den mit Gründen belegten Wunsch des Herrn Verfassers mit einigen von Letzterem bewirkten Erweiterungen und bezw. Kürzungen im XIV. Bande der »Landw. Versuchs-Stationen« anderweit zur Publication gelangt sind.

Tharand, im December 1871.

Redaction der »Landw. Versuchs-Stationen«.
Prof. Dr. F. Nobbe.

Verhandlungen der VII. Wanderversammlung Deutscher Agriculturchemiker, Physiologen und Vorstände von Versuchs-Stationen[1].

Dresden, den 25. Mai 1871.

Der designirte Geschäftsführer der VII. Wanderversammlung, Herr Dr. Hofmeister-Dresden, eröffnete die Sitzung und hiess die Anwesenden mit folgenden Worten willkommen:

»Es ist mir die ehrenvolle Aufgabe geworden, hiermit die VII. Wanderversammlung der Agriculturchemiker zu eröffnen.

---

[1] Das Programm der Versammlung war folgendes:

Mittwoch, 24. Mai 1871, Abends 8 Uhr: Gesellige Zusammenkunft und Begrüssung in den Restaurationslocalen von Helbig an der Elbe. — Donnerstag, 25. Mai, Morgens 10 Uhr: Erste Sitzung. Mittags 2 Uhr: Gemeinschaftliches Mittagsessen daselbst. Hierauf Besichtigung der Versuchs-Station in der Königl. Thierarzneischule, der Königl. Thierarzneischule und ihrer Museen. Besuch des zoologischen Gartens. Abends gesellige Zusammenkunft nach näherer Verabredung. — Freitag, 26. Mai, Morgens 9 Uhr: Zweite Sitzung. Nach Schluss der Sitzung Besuch des chemischen Laboratoriums in der Königl. polytechnischen Schule, sowie des neuen Laboratoriums der Centralstelle für öffentliche Gesundheitspflege, der Königl. Gemäldegallerie, des Königl. historischen Museums etc. Nachmittags: Excursion nach Tharand, Besuch der physiologischen Versuchs-Station und der Königl. Forst-Akademie daselbst. — Sonnabend, 27. Mai: Excursion nach der landw. Versuchs-Station Pommritz in der Oberlausitz.

Die Tagesordnung lautete:

1. Wahl der Präsidenten und der Schriftführer. — 2. Feststellung des Programms und der Tagesordnung. — 3. Rechnungsablage über die vorjährige Versammlung. — 4. Feststellung des Beitrags. — 5. Mittheilungen über die Resultate der vereinbarten Fütterungsversuche, über die Ausnutzung der Futterstoffe durch verschiedene Thierarten. — 6. Welche Regeln für die Praxis ergeben sich aus den neueren Fütterungsversuchen? Einzuleiten durch Herrn Prof. Dr. v. Gohren-Liebwerd. — 7. Liefern die neuesten Fütterungsversuche Beiträge zur Theorie der Fettbildung im Organismus der Pflanzen-

Mancherlei Hemmnisse standen der Eröffnung derselben entgegen; diese sind überwunden, und ich habe heute die Freude, die Herren, welche aus Nah und Fern dazu eingetroffen, recht herzlich willkommen bei uns in Dresden zu heissen.

Leider war ich in diesem Jahre durch Krankheit behindert, meinen Pflichten als Geschäftsführer der Versammlung nachzukommen; es haben sich für mich die Herren Professor Dr. Nobbe und Dr. Heiden in aufopferndster und collegialischster Weise

---

fresser, und was lässt sich daraus für die Praxis der Milchproduction und der Mästung entnehmen? Einzuleiten durch Herrn Dr. M. Fleischer-Hohenheim. — 8. Ueber den Luftwechsel in Stallungen und über eine Methode zur Bestimmung der Stärke desselben. Einzuleiten durch Herrn Dr. Märcker-Göttingen-Weende. — 9. Welcher Schlämmapparat möchte für Bodenanalysen vorzugsweise zu empfehlen sein? Einzuleiten durch Herrn Prof. Dr. Wolff-Hohenheim. — 10. Ueber Gährung und die Ernährung des Bierhefepilzes. Einzuleiten durch Herrn Dr. Adolf Mayer-Heidelberg. — 11. Ueber die Bedeutung der neuesten Untersuchungen von Wasser für die Zwecke der Landwirthschaft: Herr Prof. Dr. Reichardt-Jena. — 12. Bisherige Erfahrungen in der Controle landwirthschaftlicher Handelssämereien. Einzuleiten durch Herrn Prof. Dr. Nobbe-Tharand. — 13. Ueber die specifische Bestimmung landw. Sämereien. Einzuleiten durch Herrn Dr. Schroeder-Tharand. — 14. Ueber die Einstimmigkeit in der Form der Veröffentlichung der Dünger-Analysen. Einzuleiten durch Herrn Dr. Heiden-Pommritz. — 15. Ueber den Preis der Nährstoffe in den künstlichen Düngemitteln. Einzuleiten durch Denselben. — 16. Ueber die Untersuchungsmethoden der künstlichen Düngemittel. Einzuleiten durch Herrn Dr. Brunner-Pommritz. — 17. Ueber zweckmässige Durchführung von Düngungsversuchen in den verschiedenen Gegenden Deutschlands auf solchen Feldstücken, welche gleiche oder wenigstens annähernd dieselbe Fruchtfolge einhalten. Einzuleiten durch Herrn Dr. Wolf-Chemnitz. — 18. Welche Beobachtungen sind in neuerer Zeit über das Auftreten der Hippursäure im Harn der Pflanzenfresser gemacht? Einzuleiten durch Dr. Hofmeister-Dresden. — 19. Vorschlag, betreffend die Zusammenstellung der Resultate von bis dahin angestellten Düngungsversuchen, einzubringen durch Herrn Dr. Ad. Mayer-Heidelberg. — 20. In welcher Weise ist es wünschenswerth, dass die Agriculturchemiker sich an der Lösung der Latrinenfrage (Evacuation der Städte) betheiligen? Einzuleiten durch Herrn Dr. v. Gruber-Eldena. — 21. Sollen die Wanderversammlungen der Agriculturchemiker selbstständig fortbestehen oder sind dieselben mit der allgemeinen Deutschen Naturforscherversammlung zu vereinigen? Eventuell: Wahl des Ortes der nächstjährigen Versammlung. — 22. Verhandlungen über etwa noch eingehende Fragen und Anträge.

bemüht. Beiden Herren sage ich an dieser Stelle meinen aufrichtigen Dank dafür.

Laut Programm werden die Herren heute Nachmittag die Versuchs-Station in der Königl. Thierarzneischule besichtigen. Obgleich die Arbeiten daselbst leider noch ruhen, lade ich Sie doch zu dem Besuche derselben ein; vielleicht dass beziehendlich der Einrichtung Sie das Eine oder das Andere interessirt; namentlich dürfte die Thierarzneischule selbst mit ihren Museen Ihr Interesse erregen, deren Räume Ihnen von der Direction der Thierarzneischule auf das bereitwilligste eröffnet sind.«

Als Deputirte wurden sodann begrüsst:

Herr Dr. C. Filly, als Abgesandter des Königl. Preuss. Ministeriums f. die landw. Angel.;

» Professor Dr. A. Cossa von Turin, Abgeordneter des Königl. Italienischen Ministeriums f. d. Landwirthschaft;

» Commissionsrath Koch von Dresden, als Vertreter des Königl. Sächs. Staatsministeriums;

» Graf zur Lippe-Weissenfeld von Dresden, Vorsitzender des landw. Kreisvereins zu Dresden;

» Rittergutsbesitzer Mehnert von Klösterlein, Vorsitzender des landw. Kreisvereins im Erzgebirge.

Herr Dr. Hofmeister theilte ferner mit, dass das Königl. Sächs. Finanzministerium in entgegenkommender Weise für die Theilnehmer der Wanderversammlung freie Fahrt zu den Excursionen nach Tharand und Pommritz bewilligt habe. Es sind ferner Einladungen ergangen von den Herren Professoren Stein und Schmitt zum Besuche der Laboratorien der Königl. Polytechnischen Schule, sowie von Herrn Prof. Fleck zum Besuch des Laboratoriums für öffentliche Gesundheitspflege.

---

ad § 1 der T.-O.: Wahl der Präsidenten und der Schriftführer.

Herr Dr. Hofmeister ersucht die Versammlung, für diesmal von dem Beschlusse abzusehen, welcher bestimmt, dass der Vorstand der Versuchs-Station, an deren Ort die Versammlung tagt, den Vorsitz zu führen habe; von den Folgen eines körperlichen Unfalles habe er sich noch nicht hinlänglich wieder erholt, um das Amt eines Präsidenten entsprechend zu vertreten.

Herr Prof. Henneberg bittet den Vorredner, das ihm statutenmässig zukommende Amt dennoch übernehmen zu wollen, und schlägt sodann zum weiteren Präsidenten Herrn Prof. Nobbe-Tharand vor.

Nachdem die Versammlung beiden Anträgen gegenüber ihre lebhafte Zustimmung kundgegeben, treten die Herren Dr. Hofmeister und Prof. Nobbe als Vorsitzende in ihre Functionen ein.

Als Schriftführer werden die Unterzeichneten, Dr. J. Schroeder-Tharand und Dr. U. Kreusler-Hildesheim, vorgeschlagen und von der Versammlung bestätigt.

ad § 2 der T.-O.: Feststellung des Programms und der Tagesordnung.

Dem Vorschlage des Herrn Prof. Henneberg zustimmend, beschliesst die Versammlung, § 21 der gedruckt vorliegenden Tagesordnung gleich zu Anfang der zweiten Sitzung zur Besprechung zu bringen, dann § 16 folgen zu lassen.

ad § 3 der T.-O.: Rechnungsablage durch den Geschäftsführer der vorigjährigen Versammlung.

Herr Prof. Stohmann-Halle, durch Unwohlsein verhindert der Versammlung beizuwohnen, übersendet die Abrechnung über Einnahme und Ausgabe der Versammlung in Halle (1869). Daraus ergiebt sich ein Cassenbestand von 16 Thlr. 1 Sgr. 3 Pf. Prof. Stohmann beantragt ferner, dass ihm die Befugniss ertheilt werde, die quittirten Rechnungen der Versammlungen in Braunschweig und Hohenheim, sowie eine Anzahl überzähliger Schriftstücke von der Versammlung zu Halle beseitigen zu dürfen. Die Versammlung ertheilt dem Rechnungssteller Decharge und genehmigt dessen Antrag.

ad § 4 der T.-O.: Feststellung des Beitrags.

Der zu zahlende Beitrag wurde gemäss Antrag der Geschäftsführung und Zustimmung der Versammlung auf 1 Thaler festgesetzt.

Der Vorsitzende theilt mit, dass ein Brief von Herrn Dr. Hulwa, Vorstand der Versuchs-Station des Landw. Central-

vereins für Schlesien, eingegangen sei, worin derselbe sein Bedauern ausspricht, der diesjährigen Versammlung nicht beiwohnen zu können.

Herr Prof. Cossa-Turin erbittet sich das Wort zu einem kurzen Bericht über italienisches Versuchswesen, und theilt der Versammlung mit, dass in Italien auf Grund eines von dem Vortragenden an das Königl. Ministerium für die Landwirthschaft erstatteten Berichtes über das deutsche Versuchswesen bereits 7 Versuchs-Stationen nach dem Muster der deutschen errichtet worden sind, nämlich zu Udine, Modena, Mailand, Lodi, Padua, Florenz und Turin.

Der Vorsitzende spricht dem Redner Namens der Versammlung seinen Dank aus und theilt sodann mit, dass mehrere Schriften für die Versammlung zur eventuellen Besprechung eingegangen seien. Es sind dieses:

F. W. Toussaint, Culturingenieur in Görlitz: »Das moderne Culturfeld«.

Hermann von Liebig: »Ueber Bodenanalysen und ihre Bedeutung für den praktischen Landwirth«.

Pieper, Civilingenieur in Dresden: »Quell- oder Flusswasser? und die einschlagenden Verhältnisse in Dresden«.

v. Gruber und Brunner: »Kanalisation oder Abfuhr? Eine staatswirthschaftliche Frage, nebst einem neuen, experimentell erprobten Vorschlage zur Verarbeitung der menschlichen Excremente«.

Letztere beiden Schriften wurden von den Herren Verfassern der Versammlung in einer Anzahl von Exemplaren zur Verfügung gestellt.

ad § 5 der T.-O.: Mittheilungen über die Resultate der vereinbarten Fütterungsversuche, über die Ausnutzung der Futterstoffe durch verschiedene Thierarten.

Herr Prof. E. Wolff-Hohenheim ergreift zunächst das Wort, um über die Ausnutzung der Kartoffeln bei gleichzeitiger Fütterung von Kleeheu zu berichten. Zu den Versuchen dienten, wie im vorhergehenden Jahre, Hammel der würtembergischen Bastardrace. Die Resultate ergeben sich aus nachstehenden Tabellen.

Versuche von 1870/71.

Verdaut in Procenten der im Futter enthaltenen Menge:

Futter pro Kopf und Nummer des Hammels.	Trocken-substanz.	Organische Substanz.	Proteïn-substanz.	Fett.	Nfr. Extract-stoffe.	Rohfaser frei von Asche und N.
	Proc.	Proc.	Proc.	Proc.	Proc.	Proc.
2 Pfd. Kleeheu und 2 Pfd. Kartoffeln. Von letzteren wurden verdaut:						
Hammel No. 1	91,74	93,37	66,30	plus	92,64	plus
Hammel No. 2	85,93	87,69	57,67	plus	92,45	plus
Im Mittel	88,84	90,01	61,99	plus	92,55	plus
2 Pfd. Kleeheu und 4 Pfd. Kartoffeln. Von letzteren wurden verdaut:						
Hammel No. 1	81,16	82,00	24,85	18,18	89,71	1,69
Hammel No. 2	86,95	89,08	45,85	0,0	94,05	64,48
Im Mittel	84,06	85,54	35,35	9,09	91,83	33,09

Bei Annahme vollständiger Verdauung der Kartoffeln vom Kleeheu verdaut:

Futter pro Kopf und Nummer des Hammels.	Trocken-substanz.	Organische Substanz.	Proteïn-substanz.	Fett.	Nfr. Extract-stoffe.	Rohfaser frei von Asche und N.
	Pror.	Proc.	Proc.	Proc.	Proc.	Proc.
2 Pfd. Kleeheu und 2 Pfd. Kartoffeln.						
Hammel No. 1	59,71	61,94	57,33	70,9	61,9	50,5
Hammel No. 2	59,6	61,6	55,6	70,9	70,2	49,6
Im Mittel	59,66	61,77	56,47	70,90	66,05	50,05
2 Pfd. Kleeheu und 4 Pfd. Kartoffeln.						
Hammel No. 1	50,7	52,7	35,2	61,3	62,9	44,3
Hammel No. 2	53,7	56,8	40,0	57,1	66,0	50,1
Im Mittel	52,20	54,75	37,60	59,20	64,45	47,20
2 Pfd. Kleeheu ohne Kartoffeln . . .						
Hammel No. 1	62,36	64,02	63,73	66,24	74,52	48,20
Hammel No. 2	64,11	65,69	66,27	66,92	74,57	52,02
Im Mittel	63,24	64,86	65,00	66,58	74,55	50,11
Die Kartoffeln enthielten 24,69 Proc. Trockensubstanz und darin:	100,0	96,41	8,40	0,27	85,70	3,59

Zusammenstellung der Versuchsresultate mit den Resultaten des vorhergehenden Jahres.

	Nh. : Nfr. Im Futter nach der Analyse.	Nh. : Nfr. In der wirklich verdauten Substanz.	Organische Substanz der Kartoffeln verdaut [1]).	Bei Annahme völliger Verdauung der Substanz in den Kartoffeln wurden von d. betreffenden Substanz im Kleeheu verdaut: Proteïn.	Nfr. Extractstoffe.	Rohfaser.
Versuche des Jahres 1869/70. (Kartoffeln Nh. : Nfr. = 1 : 7,37.)			Proc.	Proc.	Proc.	Proc.
2 Pfd. Kleeheu allein	1 : 2,66	1 : 4,34	—	63,7	67,4	51,2
2 » » u. 2 Pfd. Kartoffeln	1 : 3,26	1 : 5,21	84,4	57,7	65,9	48,4
2 » » » 4 » »	1 : 3,74	1 : 6,00	82,0	50,5	62,8	45,5
1 » » » 4 » »	1 : 4,40	1 : 6,62	86,3	45,7	61,3	43,3
1 » » » 6 » »	1 : 4,84	1 : 6,80	89,6	46,4	60,5	44,8
Versuche des Jahres 1870/71. (Kartoffeln Nh. : Nfr. = 1 : 10,24.)						
2 Pfd. Kleeheu allein	1 : 3,65	1 : 5,91	—	65,0	74,6	50,1
2 » » u. 2 Pfd. Kartoffeln	1 : 4,72	1 : 6,77	88,8	56,5	66,1	50,1
2 » » » 4 » »	1 : 5,62	1 : 9,40	84,1	37,6	64,5	47,2

Referent zieht aus seinen Versuchen die nachstehenden Schlussfolgerungen:

1) Bei Annahme unveränderter Verdauung des Kleeheues sind von den Nfr. Extractstoffen der Kartoffeln etwa 92 Proc., in beiden Versuchen (2 und 4 Pfd. Kartoffeln) fast absolut gleich, verdaut worden; in den vorjährigen Versuchen 95—97 Proc., also beinahe vollständig. Von Stärkemehl im Koth konnten mikroskopisch kaum Spuren nachgewiesen werden.

2) Die Proteïnsubstanz der Kartoffeln ist anscheinend sehr schlecht ausgenutzt worden (bei 2 Pfd. = 62 und bei 4 Pfd. = 35,4 Proc.); dies steht natürlich im Zusammenhange mit der Depression, welche die Verdauung des Rauhfutter-Proteïns unter dem Einfluss stickstoffarmer Beifutter

[1] Bei Annahme unveränderter Verdauung der organischen Substanz im Kleeheu.

erleidet. Bei Annahme völliger Verdaulichkeit des Kartoffel-Proteïns ist die Verdauung des Rauhfutter-Proteïns von 65,0 bis auf 56,5 und 37,6 Proc. vermindert worden.

3) Die Depression in der Verdauung des Rauhfutter-Proteïns ist nicht allein bedingt durch das Nährstoffverhältniss in der verdauten Substanz des Gesammtfutters, sondern auch durch die Masse des Beifutters überhaupt und wohl namentlich durch die absolute Menge des im Beifutter enthaltenen Stärkemehls. Im Jahre 1869/70 war bei Fütterung von 1 Pfd. Kleeheu und 4 Pfd. Kartoffeln das Nährstoffverhältniss in der verdauten Substanz = 1 : 6,62 und im Jahre 1870/71 bei 2 Pfd. Kleeheu und 2 Pfd. Kartoffeln = 1 : 6,77, in beiden Fällen also fast gleich, und dennoch war in dem einen Falle die Depression in der Verdauung des Rauhfutter-Proteïns von 63,7 auf 45,7 = 18,0 Proc., in dem andern Falle von 65,0 auf 56,5 = nur 8,5 Proc.

4) Auch bei Kleeheu aus verschiedenen Jahrgängen und also von verschiedener Qualität ist die Ausnutzung des Proteïns in ihrer Höhe nicht bedingt durch das Nährstoffverhältniss; im Kleeheu 1869/70 war Nh. : Nfr. = 1 : 2,66 (resp. = 1 : 4,34), im Jahre 1870/71 = 1 : 3,65 (resp. 1 : 5,91), und gleichwohl war die Verdaulichkeit der Proteïnsubstanz fast gleich, = 63,7 und 65,0 Proc., also sogar eher zu Gunsten des weiteren als des engeren Verhältnisses.

Derselbe Redner berichtete sodann über Versuche, betreffend die Ausnutzung von Oelkuchen (Leinkuchen und Baumwollsamenkuchen). Als Versuchsthiere dienten Hammel der schon mehrerwähnten würtembergischen Bastardrace.

Versuche von 1870/71.

Verdaut in Procenten der im Futter enthaltenen Menge:

Futter pro Kopf und Nummer des Hammels.	Trocken-substanz.	Organische Substanz.	Proteïn-substanz.	Fett.	Lösliche Nfr. Extractstoffe.	Rohfaser frei von Asche und N.
	Proc.	Proc.	Proc.	Proc.	Proc.	Proc.
2 Pfd. Heu von Rothklee.						
Hammel No. 1	62,36	64,02	63,73	66,24	74,52	48,20
Hammel No. 2	64,11	65,69	66,27	66,92	74,57	52,02
2 Pfd. Kleeheu und ½ Pfd. Oelkuchen von Baumwollesamen (ungeschält). Von letzteren wurden verdaut:						
Hammel No. 1	57,88	59,17	77,97	100,00	54,70	36,18
Hammel No. 2	40,94	42,05	71,87	88,45	37,57	7,06
Im Mittel	49,41	50,61	74,92	94,23	46,14	21,62
2 Pfd. Kleeheu und 1 Pfd. Oelkuchen von Baumwollesamen. Von letzteren wurden verdaut:						
Hammel No. 1	50,71	50,03	75,88	91,31	46,28	28,93
Hammel No. 2	46,09	47,38	69,37	83,25	46,41	18,52
Im Mittel	48,40	48,71	72,63	87,78	46,35	23,71
Gesammtdurchschnitt	49,93	49,66	73,77	90,75	46,24	22,67
2 Pfd. Kleeheu und 1 Pfd. Leinkuchen. Von letzteren wurden verdaut:						
Hammel No. 1	71,70	79,21	87,40	92,47	60,00	89,18
Hammel No. 2	Analysen noch nicht ganz beendigt.					

Procentische Zusammensetzung der Trockensubstanz.

	Trocken-substanz.	Organische Substanz.	Proteïn-substanz.	Fett.	Lösliche Nfr. Extractstoffe.	Rohfaser frei von Asche und N.	Reinasche.
Kleeheu	100	95,13	13,69	2,71	47,24	31,49	4,87
Baumwollesamenkuchen	100	92,27	26,24	6,98	31,44	27,61	7,73
Leinkuchen	100	88,89	36,47	13,08	29,59	9,75	11,11

Referent zieht hieraus folgende Resultate:

1) Die beiden wichtigsten Bestandtheile der Baumwollesamenkuchen (ungeschälte), nämlich Proteïnsubstanz und Fett, werden resp. zu 74—75 und zu 91—94 Proc., in beiden

Versuchen ziemlich gleich ausgenutzt; die Nfr. Extractstoffe und die Rohfaser dagegen weit weniger. Die Verdaulichkeit ist derjenigen der Rapsölkuchen wenigstens gleich, wird aber von derjenigen der Leinkuchen beträchtlich übertroffen.

2) Die Beobachtung, dass bei Verabreichung von $^1/_2$ und von 1 Pfd. Baumwollesamenkuchen pro Kopf und Tag neben 2 Pfd. Kleeheu die procentische Verdauung und Ausnutzung der ersteren (Kleeheu als mit unveränderter Verdauung angenommen) fast absolut gleich war, spricht deutlich für die Richtigkeit der Annahme, dass die Verdaulichkeit des Rauhfutters durch Beigabe selbst beträchtlicher Mengen stickstoffreicher concentrirter Futtermittel keine wesentliche Depression erleidet.

Herr Prof. Wolff berichtet fernerhin über die in Hohenheim angestellten Versuche, betreffend die Ausnutzung des Futters durch verschiedene Schafracen (Electoral, Southdowns, würtembergische Bastardrace).

1. Periode: Kleeheu. — Mässige Erhaltungsfütterung.

Verdaut wurde in Procenten der Substanz im Gesammtfutter:

Race und Nummer des Thieres.	Trockensubstanz.	Organische Substanz.	Proteïnsubstanz.	Fett.	Nfr. Extractstoffe.	Rohfaser frei von Asche und Sand.
	Proc.	Proc.	Proc.	Proc.	Proc.	Proc.
Electoral No. 1	61,50	62,90	60,79	69,71	72,15	49,35
» No. 2	61,77	63,27	60,74	70,63	73,30	48,69
Im Mittel	61,64	63,09	60,77	70,17	72,73	49,02
Bastardrace No. 1	61,81	63,83	60,94	70,81	73,07	49,99
» No. 2	60,32	62,05	59,60	69,59	71,92	47,67
Im Mittel	61,07	62,94	60,27	70,20	72,50	48,83
Southdown No. 1	58,77	60,37	58,58	68,04	68,97	47,60
» No. 2	55,26	57,06	54,44	61,70	66,95	42,97
Im Mittel	57,02	58,72	56,51	64,87	67,96	45,29

2. Periode: Kleeheu und Kartoffeln = 1:1. — Mässige Erhaltungsfütterung.

Race und Nummer des Thieres.	Trocken-substanz.	Organische Substanz.	Proteïn-substanz.	Fett.	Nfr. Extract-stoffe.	Rohfaser frei von Asche und Sand.
	Proc.	Proc.	Proc.	Proc.	Proc.	Proc.
Electoral No. 1	67,82	69,29	64,12	69,03	80,03	47,25
» No. 2	67,04	68,68	63,40	67,86	80,01	45,42
Im Mittel	67,43	69,00	63,76	68,45	80,02	46,34
Bastardrace No. 1	70,07	70,75	65,43	71,63	81,97	52,27
» No. 2	68,11	68,65	64,10	68,88	80,83	48,15
Im Mittel	69,09	69,70	64,77	70,26	81,40	50,21
Southdown No. 1	66,57	68,25	58,50	69,75	78,81	48,84
» No. 2	60,38	62,23	48,24	66,20	74,65	40,43
Im Mittel	63,48	65,24	53,37	67,98	76,73	44,64

3. Periode: Kleeheu, Kartoffeln und Leinkuchen = 1:1:$^1/_2$. — Volle Mastfütterung.

Race und Nummer des Thieres.	Trocken-substanz.	Organische Substanz.	Proteïn-substanz.	Fett.	Nfr. Extract-stoffe.	Rohfaser frei von Asche und Sand.
Electoral No. 1	70,26	72,64	75,87	84,35	79,37	50,32
» No. 2	67,58	70,17	73,79	83,20	77,27	46,29
Im Mittel	68,92	71,41	74,83	83,78	78,32	48,31
Bastardrace No. 1	69,46	72,24	75,38	82,68	79,61	49,13
» No. 2	68,03	71,08	74,05	81,44	78,93	56,51
Im Mittel	68,75	71,66	74,72	82,06	79,27	52,82
Southdown No. 1	58,29	62,00	66,56	78,75	71,04	28,38
» No. 2	67,12	Analysen noch nicht beendigt.				

4. Periode: Kleeheu, Kartoffeln, Leinkuchen und Erbsen = 1:1:$^1/_4$:$^1/_4$. — Volle Mastfütterung.

Race und Nummer des Thieres.	Trocken-substanz.	Organische Substanz.	Proteïn-substanz.	Fett.	Nfr. Extract-stoffe.	Rohfaser frei von Asche und Sand.
Electoral No. 1	71,67	—	—	—	—	—
» No. 2	70,22	—	—	—	—	—
Im Mittel	70,95	—	—	—	—	
Bastardrace No. 1	71,76	—	—	—	—	—
» No. 2	70,85	—	—	—	—	—
Im Mittel	70,81	—	—	—	—	—
Southdown No. 1	68,00	—	—	—	—	—
» No. 2	67,97	—	—	—	—	—
Im Mittel	67,99	—	—	—	—	—

5. Periode: Kleeheu, Kartoffeln, Leinkuchen und Mais. Sehr intensive Mastfütterung.

Mastzeit durch alle 3 Perioden (3—5) im Ganzen 75 Tage lang, vom 30. Januar bis 16. April.

Geschlachtet den 17. April 1871.

	Electoral		Bastardrace		Southdown	
	No. 1.	No. 2.	No. 1.	No. 2.	No. 1.	No. 2.
	Pfd.	Pfd.	Pfd.	Pfd.	Pfd.	Pfd.
Lebend-Gewicht mit voller Wolle vor dem Schlachten	89,8	91,4	110,2	106,0	150,2	130,0
Blut	3,40	3,94	4,00	3,98	5,96	4,90
Fell, Beine, Kopf und Zunge . . .	13,70	16,28	20,96	23,14	21,74	20,94
Eingeweide von Brust und Bauch .	7,72	8,16	6,78	7,04	10,93	9,68
4 Viertel ohne Nierentalg	45,0	44,5	50,8	48,8	80,8	70,5
Nierentalg	5,90	3,88	4,88	3,00	5,84	4,42
Talg von Netz und Darm	5,78	5,44	10,26	6,92	11,76	8,14
Inhalt von Magen und Darm . . .	8,86	8,80	10,52	11,60	11,44	11,84
	90,36	91,00	108,20	104,48	148,47	130,42
	Proc.	Proc.	Proc.	Proc.	Proc.	Proc.
4 Viertel ohne Talg	50,1	48,7	46,1	46,0	53,8	54,2
Nierentalg	6,6	4,2	4,4	2,8	3,9	3,4
Talg von Netz und Darm	6,4	6,0	9,3	6,5	7,8	6,3
Schlachtgewicht	63,1	58,9	59,8	55,3	65,5	63,9
	61,0		57,6		64,7	
Ohne Wolle geschätzt	65,3		63,2		68,8	

Die Resultate werden vom Verfasser folgendermassen resumirt:

1) Hammel der Electoral-Merino und der würtembergischen Bastardrace haben sowohl bei Erhaltungs- wie bei Mastfütterung, nach allen Richtungen hin, ein fast absolut gleiches Verdauungsvermögen geäussert; castrirte Southdown-Böcke (sog. Abbinder) haben in den vorliegenden Versuchen dasselbe Futter durchschnittlich um 2—3 Proc. weniger gut verdaut — eine Differenz, worauf um so weniger Gewicht zu legen ist, als bekanntlich Hofmeister in Dresden bezüglich der Southdowns-Hammel eine um 2—3 Proc. höhere Verdauung des Futters fand, als bezüglich der Merino-Hammel. Ausserdem waren die Hohenheimer Thiere der Southdown-Race nicht durchaus für die

Versuche geeignet, da sie zeitweise sehr wässerig excrementirten und zum Durchfall geneigt waren. Das Verdauungsvermögen ist hiernach bei einem und demselben Futter für die verschiedenen Schafracen als gleich anzunehmen.

2) Der mehr oder weniger beträchtliche Ansatz von Fett im Körper der Thiere ist sehr wesentlich durch die Individualität jedes einzelnen Thieres bedingt; bei völlig gleicher Fütterungsweise und auch bei fast gleicher Gewichtszunahme der Thiere (bei der Mastfütterung) ergab der eine Hammel der Electoralrace beim Schlachten an Fett (Nierentalg und Fett von Netz und Darm zusammengenommen) 13,0 und der andere nur 10,2 Proc. des Lebendgewichtes (incl. Wolle); ferner der eine Hammel der Bastardrace 13,7 und der andere nur 9,3 Proc., das eine Thier der Southdown-Race 11,7 und das andere 9,7 Proc., während das Gewicht der 4 Viertel (ohne Nierentalg) bei den zwei Thieren einer und derselben Race fast gleich war.

Herr Rittergutsbesitzer Seiler erklärt es für wünschenswerth, dass Versuche darüber angestellt würden, welche Racen geringere Futtermittel am besten ausnutzen. Redner glaubt, dass beispielsweise die englischen Schafe gewöhnt sind, die besten Blätter sich auszusuchen, und bezweifelt daher, dass sie geringere Futtermittel genügend gut verwerthen. Hinsichtlich der verschiedenen Fettbildung bei den Hohenheimer Versuchen bemerkt Herr Seiler, dass dieselbe möglicherweise durch ungleiches Alter der betreffenden Thiere bedingt sein könne.

Herr Prof. Wolff entgegnet, dass die Thiere gleicher Race auch von gleichem Alter gewesen seien, und dass allerdings die älteren Thiere (wie in diesen Versuchen die Electoral-Hammel) eine Neigung hätten, mehr Nierentalg zu bilden, als die jüngeren Thiere, während dieser Unterschied bezüglich des Fettes an Netz und Darm, sowie im Fleisch weniger deutlich sich gezeigt habe. — Bezüglich der ungleichen Ausnutzung, namentlich geringerer Futtermittel, bemerkt Redner, dass in dieser Richtung auf der Versuchs-Station Hohenheim weitere Versuche eingeleitet wären, in der Weise, dass Lämmer, sowohl der Southdown-

Race, wie der würtembergischen Bastardrace von Jugend auf wesentlich verschieden ernährt werden, theils vorherrschend mit Rauhfutter, theils vorherrschend mit leicht verdaulichem concentrirtem Futter, und dass man beabsichtige, das Verdauungsvermögen der verschiedenen Schafracen für das eine und das andere Futter in den einzelnen Perioden des Wachsthums genau zu ermitteln.

Herr Dr. Kühn-Möckern berichtet über Versuche, betreffend den Einfluss des Trocknens auf die Ausnutzung der Futtermittel:

»Meine Herren! Ich hatte vor drei Jahren bereits in Hohenheim die Ehre, Ihnen von vergleichenden Versuchen über die Verdaulichkeit des rothen Klees im frischen und im getrockneten Zustande zu sprechen. — Bei jenen Versuchen hatte sich zwar herausgestellt, dass das getrocknete Futter in allen seinen Bestandtheilen weniger ausgenutzt worden war, als das im grünen Zustande verabreichte, — ich hatte aber dennoch nicht geglaubt, auf die beobachteten Differenzen einen allzu grossen Werth legen zu dürfen: einmal, weil solche nicht grösser waren, als man sie, bei Verfütterung der völlig gleichen Futtermittel an ein und dasselbe Thier, zu verschiedenen Zeiten beobachtet, und ferner, weil es fast unmöglich schien, den Klee bei seiner Umwandlung in Heu vor Blattverlusten, also vor Verlusten an besonders leicht verdaulichen Bestandtheilen völlig zu bewahren. Obgleich nun hiernach meine Auslegung der Versuche dahin ging, dass eine wesentliche Verschiedenheit in der Ausnutzung des grünen und getrockneten Klees nicht stattgefunden, so stellte ich doch schon damals — der grossen Wichtigkeit dieser Angelegenheit wegen — neue Versuche in Aussicht, die denn auch im Sommer 1870 von den Herren Dr.Dr. Haase und Büsecke und mir unter Anwendung von Luzerne zur Ausführung gebracht worden sind.

Die Anlage dieser neuen Versuche ist die gleiche wie bei den Versuchen vom Jahre 1868: es wurde den beiden Versuchsthieren (voigtländische Schnittochsen) in einer ersten Periode ein bestimmtes Gewicht Grünfutter gereicht, dessen Wassergehalt man täglich bestimmte, und an jedem zweiten oder dritten Tage eine grössere Menge desselben Futters auf Reitern zu Heu

gemacht. Das in dieser Weise nach und nach gewonnene Heu, welches in seiner Zusammensetzung thunlichst dem Gesammtfutter der ersten Periode entsprach, wurde dann in einer zweiten Periode an dieselben Thiere in gleicher (Trocken-) Menge verabreicht, und die Ausnutzung des Futters in beiden Perioden nach bekannten Methoden bestimmt. Die etwaigen Futterrückstände wurden analysirt, und von der Differenz zwischen hingereichtem und zurückgewogenem Futter die Zusammensetzung des wirklich verzehrten Futters abgeleitet.

Auf die Umwandlung des Grünfutters zu Heu wurde selbstverständlich grosse Sorgfalt verwendet, sie geschah unter unseren Augen auf dem sonnigen Hofe der Versuchs-Station. In wie weit es uns hierbei gelungen ist, Verluste zu vermeiden, kann erkannt werden, wenn man die Zusammensetzung des hingereichten Grünfutters mit derjenigen des geworbenen Heues vergleicht, wie im Folgenden geschieht:

	Grünfutter der Periode I.		Trockenfutter der Periode II.
	O. I.	O. II.	
Mineralstoffe . . .	8,59	8,66	8,59
Organische Substanz	91,41	91,34	91,41
Nh.	17,39	17,45	17,19
Nfr. Extractstoffe .	42,75	42,78	42,07
Aetherextract . .	2,95	2,97	2,22
Rohfaser	28,32	28,14	29,93

Die Ausnutzung des Verzehrten gestaltete sich, in Procenten der gleichnamigen Futterbestandtheile ausgedrückt, folgendermassen:

	Grünfutter.		Trockenfutter.		Bei Trockenfutter weniger verdaut:			
	O. I.	O. II.	O. I.	O. II.	O. I.	O. II.	Mittel.	Mittel der Kleeversuche von 1868.
Trockensubstanz . .	64,3	63,7	60,0	58,1	4,3	5,6	5,0	2,4
Organische Substanz	67,4	66,6	62,4	60,6	5,0	6,0	5,5	4,7
Nh.	81,7	80,7	78,7	77,2	3,0	3,5	3,3	2,8
Nfr. Extractstoffe .	76,9	75,0	71,8	68,9	5,1	6,1	5,6	4,2
Fett	55,0	52,3	35,1	30,3	19,9	22,0	21,0	2,4
Rohfaser	45,1	44,1	42,1	41,8	3,0	2,3	2,7	6,2

Auch bei diesen Versuchen ist also wiederum von allen Bestandtheilen des Futters nach dem Trocknen weniger verdaut worden, als vor dem Trocknen. Die Minimal- und Maximal-, sowie die mittleren Differenzen für alle 4 Versuche von 1868 und 1870 stellen sich wie folgt:

Bei trockener Fütterung weniger verdaut[1]:

	Minimum.	Maximum.	Mittel.
Trockensubstanz	1,3	5,6	3,7
Organische Substanz	3,7	6,0	5,1
Nh.	1,4	4,1	3,0
Nfr. Extractstoffe	3,9	6,1	4,9
Rohfaser	2,3	6,8	4,4

Ein Theil dieser Differenzen ist mit Sicherheit auf die unvermeidlichen Unvollkommenheiten der Versuchsmethoden zu schieben, und lässt sich dies in einer Richtung an den gewonnenen Zahlen nachweisen. So hatten die Futterrückstände in den verschiedenen Perioden folgende Zusammensetzung (trocken gedacht):

	Periode I. Grünfutter.		Periode II. Trockenfutter.	
	O. I.	O. II.	O. I.	O. II.
Mineralstoffe	8,89	7,93	12,10	16,30
Organische Substanz	91,11	92,07	87,90	83,70
Nh.	13,81	12,31	15,63	16,13
Nfr. Extractstoffe	37,60	37,60	43,50	38,91
Fett	2,04	1,79	1,95	2,44
Rohfaser	37,66	40,37	26,82	26,22

Die Rückstände vom Trockenfutter waren somit reicher an Nh. und ärmer an Rohfaser als die Rückstände vom Grünfutter, sie enthielten, wie auch ihr Aeusseres schon gelehrt hatte, mehr (zu Pulver zerfallene[2]) Blattreste und weniger Stengeltheile, als die Rückstände der Grünfutter-Periode, mit anderen

[1]) Die Verdaulichkeit des Aetherextractes (sog. Fett) berücksichtige ich hier nicht weiter, verweise vielmehr auf meine Ausführungen im Journal für Landwirthschaft 1867, Bd. XV, pag. 36.

[2]) Beim Häckselschneiden, Abwägen und Einsacken der Tagesrationen ist eine theilweise Pulverung der dürren Blätter unvermeidlich, die in praxi beim Langfüttern des Heues nicht entfernt in gleichem Masse eintritt.

Worten, die Thiere hatten bei der Trockenfütterung relativ mehr Stengel und weniger Blätter, als bei der Grünfütterung, verzehrt, mithin eine Masse zu sich genommen, von der man a priori annehmen darf, dass sie weniger verdaulich gewesen sei. Unter diesen Verhältnissen erscheint es gerechtfertigt, die Schlüsse, welche ich in Hohenheim aus den Versuchen von 1868 gezogen, im Allgemeinen aufrecht zu erhalten. Das Trocknen der Futterstoffe ist, wenn es nach Methoden geschieht, welche Blattverluste möglichst vermeiden, zwar von einer Verminderung der Verdaulichkeit begleitet, doch ist diese nur gering und von untergeordneter praktischer Bedeutung. Die Aufgabe der Praxis aber dürfte dahin gehen, unter den bekannten Methoden der Heuwerbung diejenigen auszuwählen, welche vor Blattverlusten möglichst schützen, und, das sei nebenher erwähnt, durch rechtzeitiges Abhauen der Futtergewächse die grösseren Verluste an verdaulicher Substanz zu verhüten, welche durch zu weit fortgeschrittene Verholzung bedingt werden. — Bemerkenswerth ist bei den mitgetheilten Versuchen, dass die Depression der Verdaulichkeit in allen Fällen bei den Nfr. Extractstoffen grösser, als bei den stickstoffhaltigen Stoffen, ist, doch behalte ich mir vor, hierauf erst in meiner ausführlichen Abhandlung über die Versuche einzugehen.

Wenn es gestattet ist, möchte ich im Anschlusse an das Mitgetheilte eine Bemerkung machen, die zwar streng genommen nicht hierher gehört, insofern sie sich auf die Ausführung der Versuche bezieht, die aber doch vielleicht für diejenigen unter Ihnen, die sich mit ähnlichen Arbeiten beschäftigen, einigen Werth haben dürfte. Eine der wichtigsten Aufgaben bei allen Ausnutzungsversuchen ist zweifellos die Feststellung der dem Versuchsthiere zugewogenen Trockensubstanz. Bisher hatte man, in Betreff des Rauhfutters, diese Aufgabe zu lösen versucht, indem man von 8 zu 8 Tagen, oder gewöhnlich in noch grösseren Intervallen, den Trockengehalt des Futtervorrathes bestimmte und der schliesslichen Berechnung das Mittel sämmtlicher in dem betreffenden Zeitraume ausgeführten Bestimmungen zu Grunde legte. Nachdem man aber erkannt, dass bei dieser Methode wegen der oft schnell verlaufenden Schwankungen des Trockengehaltes

die Fehlergrenze eine sehr ausgedehnte sei, und der Tagesverzehr eines Stückes Rindvieh z. B. nur auf Zehntel-Pfunde genau berechnet werden könne, entschloss man sich bei neueren Versuchen die Trockenbestimmung der Rauhfutterstoffe täglich auszuführen. Dieser Ausweg ist zeitraubend und vermehrt die an sich bedeutenden laufenden Arbeiten über Gebühr, ohne grössere Garantien, als das von uns gewählte Verfahren, zu bieten. Dieses besteht einfach darin, dass wir die Rauhfutter-Rationen für mehrere Tage gleichzeitig abwiegen Während der Abwägung selbst wird die Probe zur Trockenbestimmung genommen, die abgewogenen Rationen aber in luftige Verschläge gebracht, innerhalb deren man sie locker aufschüttet. Selbstverständlich ist es, dass diese Verschläge, wo dieses nothwendig, durch Drahtgitter oder in irgend welcher anderen Weise vor fremden Eingriffen geschützt werden müssen. Auf diese Weise werden alle Schwankungen im Trockengehalte des Rauhfutters auf die einfachste Weise vollkommen eliminirt, ohne dass die analytischen Arbeiten irgend welche Vermehrung zu erfahren brauchten, und die Grenze, innerhalb deren man die Menge der zugewogenen Trockensubstanz festzustellen vermag, ist nur noch durch die grössere oder geringere Sicherheit der Probenahme bedingt.«

Herr Dr. Weiske-Proskau macht vorläufige Mittheilung von Versuchen gleicher Richtung, welche in Proskau mit Merinos ausgeführt wurden.

Als Futter diente Luzerne und zwar in folgenden verschiedenen Formen: a) grün; b) möglichst sorgfältig getrocknet; c) wie in der Praxis getrocknet; d) als Braunheu.

Die Analysen sind noch nicht vollendet.

ad § 6 der T.-O.: Welche Regeln für die Praxis ergeben sich aus den neueren Fütterungsversuchen?

Herr Prof. Th. v. Gohren hatte die Einleitung der Frage übernommen.

»Obgleich das Missliche einer Erörterung gerade dieser Frage keineswegs verkannt werden kann, misslich nämlich deshalb, weil es sehr gewagt ist, von einem Lehrgebäude, mit

dessen Fundamentirung man eben erst begonnen hat, allgemein gültige praktische Regeln abstrahiren und da, wo man noch selbst Pfadsucher ist, Anderen die Wege weisen zu wollen, darf doch diesem Programmspunkt die Berechtigung gewiss nicht abgesprochen werden, in dieser Versammlung, welche ja nicht bloss Fachmänner, sondern auch Freunde der Agriculturchemie und Landwirthe umfasst, zur Sprache gebracht zu werden, zumal wenn man eingedenk bleibt der Genesis der Versuchs-Stationen und der Zwecke, welche ihre Gründer im Auge hatten, nämlich die praktische Anwendung der Lehren der Wissenschaft vermitteln zu helfen.

Das praktische Ziel des Landwirths bei seiner Fütterung ist: seine Nutzungszwecke so billig wie möglich zu erreichen. Er legt das Hauptgewicht auf den Calcul.

Ein richtiger Calcul ist aber nur möglich, wenn zwei Momente vorhanden sind: 1) die Kenntniss der allgemeinen Gesetze und Factoren, welche überhaupt bei den diversen Nutzungszwecken in Frage kommen; 2) die Kenntniss der Mittel und Wege, welche, den localen Verhältnissen entsprechend, dieses Ziel am billigsten erreichen.

Da diese Mittel und Wege variabel sind, wie die localen Verhältnisse selbst, so kann von ihnen hier nicht wohl die Rede sein; ihre Auswahl muss dem praktischen Landwirthe selbst überlassen bleiben. Uns können nur die allgemeineren Grundlagen beschäftigen, ohne Rücksicht auf die jeweiligen localen Verhältnisse.

Nach dem Gesetze von der Erhaltung der Kraft, auf welches auch auf diesem Gebiete unbedingt zurückgegriffen werden muss, ist jede Bewegung vorher in irgend einer Form schon vorhanden gewesen; sie kann nicht entstehen, wohl aber übertragen werden. Der Ernährungsprocess repräsentirt eine Summe von Bewegungserscheinungen, er ist das Resultat der in der Form von Futter dem Körper zugeführten, in letzter Instanz von der Sonne stammenden Kraftsumme. Die Summe der Bewegung, die Summe der Production steht in genauer Relation zu der dabei stattfindenden Kraftabgabe und Kraftaufnahme. Besässen wir also schon Mittel, die in den einzelnen

Futtermitteln und Nährstoffen repräsentirte Kraftsumme zu messen, kennten wir andererseits die bei den verschiedenen Nutzungszwecken erforderliche Kraftsumme, so wäre die Aufgabe vollkommen exact gelöst und die ganze Fütterungslehre wäre ein einfaches Subtractionsexempel. Sintemalen dem aber nicht so ist und wohl auch sehr lange noch keine Aussicht ist, dass dem so sein werde, so müssen wir eben auf dem Wege des Versuches dem Ziele möglichst nahe zu kommen trachten.

Die diesbezüglichen Versuche erstrecken sich theils auf die Fütterung selbst, theils auf jene Momente, welche, wie Haltung und Pflege, die Resultate der Fütterung wesentlich beeinflussen.

Wir haben es hier lediglich mit den Fütterungsversuchen zu thun.

Bekanntlich muss zweierlei gewusst werden, wenn die Fütterung zweckentsprechend sein soll:

1) Die Zusammensetzung und Beschaffenheit der Futtermittel.
2) Wie und aus welchen Nährstoffen jene Producte gebildet und erzeugt werden, die der Landwirth durch seine Thierhaltung erreichen will.

Ohne mich in eine weitere Begründung einzulassen und eine solche einer eventuellen Debatte vorbehaltend, möchte ich die Regeln, welche sich für die Praxis aus jenen Fütterungsversuchen, welche die Kenntniss der Futtermittel als solche zum Zweck haben, ergeben, kurz dahin präcisiren:

1) Man vergesse nicht, dass ein und dasselbe Futtermittel je nach Boden, Klima, Erntezeit u. s. w. eine sehr variable Zusammensetzung haben kann, und dass daher die analytischen Durchschnittszahlen für die Zusammensetzung nur mit Vorsicht zu gebrauchen sind (junges und altes Wiesengras, Niederungsgras und Höhengras etc.).
2) Man vergesse ferner nicht, dass unsere Futtermittel-Analytik noch ihre grossen Schwächen hat und viele Körper nicht berücksichtigt, die ohnstreitig für den Ernährungsprocess vom grössten Einfluss sind.
3) Man bedenke, dass die chemische Analyse die Nährstoffe in den Futtermiteln in einem ganz anderen Verhältnisse angiebt, als sie effectiv zur Ausnutzung gelangen.

Ich glaube, dass gerade auf diesem Gebiete sich die Agriculturchemie um die Praxis manches Verdienst erworben hat, wofür ja auch die eben erörterten Resultate der diversen Ausnutzungsversuche genugsam sprechen, und dass die vorliegenden Ausnutzungsversuche wenigstens für das wichtigste Futtermittel, das Heu, praktisch vollkommen verwerthbare Resultate geliefert haben. Die Ausnutzung der einzelnen Nährstoffe des Wiesenheues ist bei den verschiedenen Wiederkäuern im grossen Ganzen sehr wenig verschieden, und beträgt im Mittel etwa für die organische Substanz 61 Proc., Proteïn 58 Proc., Fett 45 Proc. (die Bemessung der Ausnutzung des Futterfettes bietet bedeutende Schwierigkeiten und dürfte obiger Zahl daher nur ein bedingter Werth zugestanden werden können), Pflanzenfaser 59 Proc., Nfr. Extractstoffe 62 Proc.

Ueberaus werthvoll für den Praktiker würde es sein, wenn sich die Ausnutzungsformeln für die einzelnen Nährstoffe, wie sie von verschiedenen Forschern vorgeschlagen wurden, als richtig ergeben würden. Der Praktiker hätte damit einen genügenden Anhaltepunkt für die Vorausberechnung der Ausnutzung seiner Futtermittel.

Die Compensirung der unverdaut bleibenden stickstofffreien Extractstoffe durch die verdaute Holzfaser scheint sich allerdings für praktische Zwecke in genügender Weise zu bestätigen; ebenso, dass der wässerige Auszug der Futtermittel ein Maass abgeben kann für die Menge der verdaulichen Nfr. Extractstoffe.

Ueber die Benutzbarkeit der anderen Formeln für die übrigen Nährstoffe, wie sie von Stohmann, Kühn, Aronstein, Schulze, König u. s. w. empfohlen wurden, sind die Ansichten noch getheilt, und ich möchte die Herren, welche Erfahrungen über dieselben uns mittheilen können, recht sehr bitten, uns dieselben nicht vorzuenthalten.

Bei der Besprechung der Futtermittel muss auch jener Versuche gedacht werden, welche sich mit der Zubereitung derselben befassen. Als praktische Regel ergiebt sich aus denselben, dass alle jene Zubereitungsmethoden empfohlen werden müssen, welche die Schmackhaftigkeit der Futtermittel erhöhen und an Kraft bei dem Verdauungsprocesse sparen helfen. Den Nutzungszweck

kann der praktische Landwirth aber nur dann am billigsten erreichen, wenn er neben den Futtermitteln den jeweiligen Bedarf kennt. Wir treten damit den einzelnen Zweigen der Thierhaltung näher.

Man unterscheidet in der Regel Beharrungs- und Productionsfutter, obgleich das Beharrungsfutter eigentlich nur ein ideeller Begriff und in Wahrheit auch Productionsfutter ist; es kommt eben nur auf die graduelle Steigerung des Consums an Kraft und Stoff an.

Bezüglich des Beharrungsfutters des volljährigen Rindes und des Schafes stehen wir, Dank namentlich den ausgezeichneten Weender Versuchen, auf ziemlich sicherer Basis. Als Norm darf der Landwirth ansehen pro 1000 Gew.-Th. volljährigen Rindes $^1/_2$—1 Th. Nh. und 7—8 Th. Nfr. Nährstoffe von der Zusammensetzung des Stärkemehls; für das Schaf (Landw. Versuchs-Stationen Bd. XII, p. 461) pro 1000 Grm. 1,1 Nh. und 10,6 Nfr. Der Praktiker möge diese Norm, welche gewissermassen eine Fundamentalnorm ist, einhalten; dieselbe setzt namentlich die Stroharten bezüglich des Erhaltungsfutters in ihr Recht ein.

Bei den Productionen unterscheidet man: 1) Arbeit, 2) Fleisch, 3) Fett, 4) Milch, 5) Wolle und 6) die Aufzucht.

Bezüglich des Futters für Arbeitsthiere glaube ich die aus den neuesten Versuchen resultirende praktische Regel dahin präcisiren zu sollen: Man erhöhe die Ration überhaupt und den Proteïngehalt insbesondere. Ich versuche diese Regel folgendermassen zu begründen:

Bezüglich der Quelle der Muskelkraft standen und stehen sich zwei Ansichten gegenüber. Die Einen sehen die Quelle der Muskelkraft in den stickstofffreien, die Anderen in den stickstoffhaltigen Substanzen. Die Ersteren stützen sich einmal auf das Gesetz von der Umwandlungsfähigkeit der Kraft, nach welchem Wärme in äussere Arbeit umgesetzt werden kann, auf die Versuche von Bischoff und Voit, nach welchen durch die Arbeit der Stickstoffgehalt des Harns nicht vermehrt wurde, die Fick'schen und Wislicenus'schen, dann Frankland'schen Versuche, endlich auf die Erfahrung. Die Anderen stützen

sich gleichfalls auf die Erfahrung, auf die namentlich von Liebig (Ueber Gährung, über Quelle der Muskelkraft etc., Leipzig und Heidelberg 1870) erwiesene Unhaltbarkeit der Fick'schen und Wislicenus'schen, sowie Frankland'schen Versuche, auf die Versuche von Parkes und manches Anderen.

Für mich sind die Versuche von Parkes, ferner die Thatsache der Umbildung von Muskelsubstanz durch die Arbeit, die unzweifelhafte Natur der Muskelthätigkeit als Resultat einer Oxydation, daher der höhere Bedarf an Sauerstoff und deshalb auch die Forderung einer vermehrten Anzahl von Blutkörperchen, massgebend zur Aufstellung obiger Regel.

2) Bezüglich der Production von Fleisch dürfte die praktische Regel vielleicht lauten: Man erhöhe die Ration überhaupt, in specie die stickstofffreien Nährstoffe.

Fleisch ist das, was Voit »Organeiweiss« nennt. Organeiweiss soll also zum Ansatz gebracht werden; das ist aber nur dann möglich, wenn das Circulationseiweiss und damit der Einfluss des oxydirenden Sauerstoffs auf ein Minimum herabgesetzt ist, und dies wird erreicht durch Zugabe von Kohlehydraten oder Fetten, die sich in ihren physiologischen Wirkungen ziemlich gleich zu stehen scheinen; daher ist für die Fleischproduction ein weiteres Nährstoffverhältniss Regel, abgesehen davon, dass ein solches dem Praktiker schon deshalb willkommen sein muss, weil die stickstofffreien Nährstoffe viel billiger sind, als die Albuminate. Diese praktische Regel wird unterstützt durch die in neuester Zeit von Märcker (Journ. f. Landw. 1870) mitgetheilten Versuchsresultate, nach welchen bei einem Nährstoffverhältniss von 1 : 7 7—9,4 Proc. dauernder Fleischansatz beobachtet wurde. Stickstoffreicher kann die Passirung allerdings dann sein, wenn das Thier in einem guten Ernährungszustande sich befindet, also schon ziemlich Körperfett, welches den schädlichen Einfluss des Sauerstoffs und den Umsatz der stickstoffhaltigen Gewebstheile zu mindern scheint, angesetzt hat.

3) Rücksichtlich der Fettproduction lautet die praktische Regel: Der Landwirth suche den grösstmöglichsten Fettansatz durch die stickstofffreien Nährstoffe, als die billigsten, zu erzielen.

Die Möglichkeit der Fettbildung ebenso gut aus dem Fett, wie aus den Kohlehydraten, wie aus den Albuminaten liegt vor. Die Gründe hierfür darzulegen würde zu weit führen. Die Thatsache selbst wird wohl Niemand abstreiten wollen.

Wenn aber alle drei Fälle möglich sind, so wird der Landwirth den billigsten wählen, und der bleibt für ihn die möglichste Verwendung der Kohlehydrate, zu deren Umwandlung in Fett der Verdauungsapparat der Pflanzenfresser ganz wie geschaffen zu sein scheint.

4) Die Fütterungsversuche bezüglich der Milchproduction, so wie ich sie auffasse, haben wohl einigermassen den Einfluss des Futters auf die Quantität der Milch, keineswegs aber auf die Qualität derselben (natürlich berechnet auf gleichen Trockensubstanzgehalt) dargethan, ein neuer Beweis, dass die Milch nichts anderes ist als die verflüssigte Milchdrüse. Das Milchproductionsfutter muss also den möglichsten Stoffumsatz in der Milchdrüse zu fördern trachten, es muss demgemäss sehr stickstoffreich sein, und da erwiesen ist, dass die Entwickelung der Hauttalgdrüsen, zu welchen ja auch die Milchdrüse gehört, in umgekehrtem Verhältniss zur Fähigkeit des Thieres, Körperfett abzulagern, steht, so hat man zu sorgen, dass das Thier kein Fett ansetze, man muss demgemäss einen höheren Gehalt an Fett und Kohlehydraten im Futter vermeiden.

5) Die Wollproduction ist ziemlich unabhängig vom Futter, sofern nur eben so viel gegeben wird, dass das Thier sich in einem guten Ernährungszustande befindet. Ein Wollproductionsfutter in dem Sinne, wie man von Mastfutter spricht, giebt es nicht. Es ist das eigentlich ein alter Satz, der schon von Haubner in seiner »Gesundheitspflege« ausgesprochen wurde; ja selbst bei etwas unzureichendem Futter scheint, wie die Versuche Wolff's (E. Wolff, Versuchs-Station Hohenheim 1871. pag. 67) dies darthun, eher der Körper zuzuschiessen, als dass die Wollhaarproduction beeinträchtigt würde.

Die praktische Regel bezüglich der Wollproduction lautet daher: Ja kein Futter zu verschwenden.

6) Das wichtigste Kapitel in der Fütterungslehre bleibt unbedingt das der Aufzucht, weil diese die Heranbildung der Race-Eigenthümlichkeiten bedingt, und wir dem, was wir Race nennen, doch rücksichtlich der Futterverwerthung einen ganz gewaltigen Einfluss einräumen müssen. Leider fehlen gerade auf diesem Gebiete, abgesehen von einigen sehr interessanten Versuchen von Nathusius und Wilckens, fast alle Untersuchungen. Nichtsdestoweniger will ich mir doch erlauben, einige praktische Regeln, die sich etwa auf diesem Gebiete abstrahiren lassen, anzudeuten.

Ich sehe dabei ab von dem Einfluss des Futters auf die Zeugung selbst, ebenso auch von der Ernährung des trächtigen Thieres.

Thiere, welche zu Arbeitsproduction aufgezogen werden, müssen ein vollkommen entwickeltes Skelett besitzen (denn der todte Mechanismus ist für die Arbeitsleistung nicht minder einflussreich, wie die bewegende Kraft) daher viele phosphorsaure Salze erhalten, und da diese sich namentlich in Körnern nnd Samen finden, viel solche. Die Arbeitsthiere müssen später rege Herz- und Lungenthätigkeit entwickeln, und letztere können, abgesehen von Uebung und Bewegung, gefördert werden durch reiche Gaben von Albuminaten und Eisensalzen. Durch concentrirte nicht voluminöse Futtermittel muss ferner die Entwickelung der Eingeweide zurückgehalten werden, damit dieselben keinen schädigenden Einfluss auf die Ausbildung des Thorax und der Lungen ausüben können.

Jungvieh, zur späteren Mast bestimmt, muss, wie der technische Ausdruck lautet, frühreif durch die Fütterung gemacht werden. Nach den Versuchen von Sanson und Ct. Claire Deville hängt aber die Frühreife nicht sowohl von der Race, als von der Beschaffenheit der Knochen ab; je mehr und je früher die Kalksalze und Phosphate in den Knochen abgelagert werden, um so frühreifer ist das Thier. Der praktische Landwirth hat daher möglichst lange Milch und Samen und Körner zu füttern.

Die Entwickelung der Lungen- und Herzthätigkeit ist zurückzuhalten durch wenige Bewegung und möglichst reine Luft, da

reine Luft die Thätigkeit der Lungen erleichtert und sie nicht zu angestrengter Uebung und grösserer Entwickelung veranlasst. Die Entwickelung des Labmagens ist zu fördern durch anhaltende Milchgaben und leicht verdauliche, fettreiche Futtermittel. Fast das gerade Gegentheil scheint bei der Fütterung des zur Milchnutzung bestimmten Jungviehes zu beobachten zu sein. Das Thier muss mager gehalten, die Fähigkeit, Körperfett anzusetzen, möglichst hintangehalten und deshalb auch ein zu langer Genuss von Muttermilch, als zu reich an Fett, vermieden werden. Abgerahmte Milch, stickstoffreiche Surrogate, Heuthee u. dergl. sind doppelt am Platze, einmal weil sie dem Landwirth billiger zu stehen kommen, als die Muttermilch, und dann, weil sie den Zweck auch besser erreichen. Im Uebrigen muss die Entwickelung der Milchdrüse auf jede Weise gefördert und der Stoffwechsel möglichst rege erhalten werden.

Das wäre eine Reihe Regeln für die Praxis, wie sie sich aus den neueren Fütterungsversuchen ergeben haben. Der vielen Lücken, welche sie enthalten, bin ich mir nur selbst zu gut bewusst; die angedeuteten Regeln insgesammt eingehend begründen zu wollen, hiesse Ihnen das Anhören der ganzen Fütterungslehre zumuthen.

Ich glaube, es ist keine Unbescheidenheit, wenn ich die Meinung ausspreche, dass mit Berücksichtigung der geringen Mittel, welche den Versuchs-Stationen bisher leider zu Gebote standen, viel, sehr viel schon zu Nutz und Frommen der landwirthschaftlichen Praxis geschehen und erreicht ist, dass aber noch unendlich mehr geleistet werden muss und auch kann, wenn man an massgebender Stelle mit den Mitteln nicht allzu karg ist. Lassen Sie mich daher am Schlusse den Wunsch aussprechen, dass die competenten Behörden im allseitigen Interesse die thierphysiologischen Versuchs-Stationen würdig des Zieles, welches durch sie angestrebt werden soll, ausstatten. Die Wissenschaft würde den Dank dafür sicher nicht schuldig bleiben.«

Herr Prof. Henneberg-Weende berichtet über Versuche, welche den nachtheiligen Einfluss eines zu reichlichen Wassergenusses (resp. des Anreizens dazu) dargethan haben.

»Meine Herren! Ich erlaube mir einige Beobachtungen mitzutheilen, welche für den schädlichen Einfluss einer Anreizung der Thiere zu übermässigem Wassergenuss sprechen.

1) Bei Respirationsversuchen mit Schafen stimmten die aus längeren Versuchsperioden abgeleiteten 24stündigen Mittelwerthe für Kohlensäure bei verschiedenen Versuchen sehr gut überein, wenn die Thiere gleiches Futter erhielten. Dagegen schwankten die Kohlensäuremengen aus den einzelnen Versuchstagen in ziemlich weiten Grenzen. Diese Schwankungen gingen Hand in Hand mit Schwankungen des Perspirationswassers; je mehr Wasser in Dampfform ausgeschieden wurde, um so mehr auch Kohlensäure und umgekehrt. Je mehr Wasser daher unter übrigens gleichen Umständen perspirirt, um so geringer ist die Menge des kohlenstoffhaltigen Materials, welches für den Ansatz von organischer Körpersubstanz disponibel bleibt.

2) Bei denselben Versuchen wurde die Beobachtung gemacht, dass unter übrigens gleichen Umständen — von gewissen Differenzen der Stalltemperatur abgesehen — grössere Wasserperspiration und grösserer Wasserconsum der Thiere Hand in Hand gingen. Ich will diese Beobachtung noch nicht als definitiv entscheidend hinstellen, halte es indess doch schon für mehr als blosse Vermuthung, dass die grössere Wasserperspiration Folge des grösseren Wasserconsums gewesen ist.

3) Eine bei Ochsen gemachte Beobachtung stellt es ausser Zweifel, dass grösserer Wasserconsum unter übrigens gleichen Umständen grösseren Eiweissumsatz bewirkt. Es liegen mir aus dem Jahre 1865 fünf Versuche vor, welche mit ein und demselben Thiere, aber verschiedenem Futter angestellt und an deren Ausführung die Herren Dr. G. Kühn und Dr. H. Schultze wesentlich betheiligt gewesen sind. In sämmtlichen Fällen wurden der Eiweissumsatz und die Wasseraufnahme der Thiere täglich bestimmt. Stellt man nun für jeden einzelnen Versuch die Tage mit geringem Wasserconsum auf die eine Seite, die Tage mit grossem Wasserconsum auf die andere Seite, so erhält man folgende Uebersicht:

24stündige Durchschnittswerthe.

	A. Wenig Trinkwasser.		B. Viel Trinkwasser.	
	Wasser-consum.	Eiweiss umgesetzt.	Wasser-consum.	Eiweiss umgesetzt.
	Kilo.	Grm.	Kilo.	Grm.
Versuch No. 1 .	49,4	1005	62,1	1009
» » 2 .	37,2	572	52,4	456
» » 3 .	44,4	357	57,7	376
» » 4 .	50,5	1057	61,5	1079
» » 5 .	52,8	900	59,4	927

Die Unterschiede im Eiweissumsatz bei wenig und viel Trinkwasser sind gering, und es kommt ausnahmsweise auch vor, dass der geringere Eiweissumsatz dem grösseren Wasserconsum zur Seite steht. Ein anderes Ansehen gewinnt die Tabelle, sobald man mit Rücksicht darauf, dass auch der Uebergang des Wassers in den Säftekreislauf eine gewisse Zeit erfordert, nicht den Wasserconsum vom selben Tage, sondern den vom vorhergehenden Tage mit dem Eiweissumsatz combinirt. Sie gestaltet sich dann folgendermassen:

	A.		B.	
	Wasser.	Eiweiss-umsatz.	Wasser.	Eiweiss-umsatz.
	Kilo.	Grm.	Kilo.	Grm.
Versuch No. 1	49,1	994	62,6	1010
» » 2	39,7	464	52,4	504
» » 3	46,0	340	57,9	393
» » 4	49,7	1037	60,8	1099
» » 5	53,2	870	59,9	958

Der grössere Eiweissumsatz ist nicht ausnahmslos mit dem grösseren Wasserconsum verbunden und die Eiweissdifferenzen der beiden Versuchshälften sind weit bedeutender als vorhin.

Es ist kaum erforderlich, darauf aufmerksam zu machen, dass Erhöhung des Eiweissumsatzes den Eiweissansatz herabsetzt«. —

Nach ziemlich lebhafter Debatte unter Betheiligung der Herren Graf zur Lippe-Weissenfeld, Prof. Al. Müller und Dr. G. Kühn beantragt Herr Dr. Hofmeister den Uebergang zu § 8 der Tagesordnung.

ad § 8 der T.-O.: Ueber den Luftwechsel in Stallungen und über eine Methode zur Bestimmung der Stärke desselben.

Der Referent, Herr Dr. Märcker-Weende, ergreift das Wort und theilt über diesen Gegenstand Folgendes mit:

›Meine Herren! Die atmosphärische Luft, deren Sauerstoff der thierische Organismus zur Unterhaltung seines Lebensprocesses bedarf, wird demselben im Freien in so unendlich grossen Mengen zugeführt, dass die schädlichen Ausscheidungsstoffe der Haut und Lungen in der Umgebung der Thiere niemals eine der Gesundheit gefährliche Anhäufung erfahren können. Anders in den umschlossenen Wohnungen und den Stallungen unserer landwirthschaftlichen Hausthiere. Man ist hier häufig gezwungen, eine grössere Anzahl von Individuen auf einen kleinen Raum zusammenzudrängen, und es wird in den meisten Fällen auf dem Wege der natürlichen Ventilation, d. h. durch die porösen Wände und die zufälligen Oeffnungen nicht so viel frische Luft zugeführt werden, dass die Luft im Inneren der betreffenden Räume auf einem für den Gesundheitszustand der Inwohner erforderlichen Reinheitsgrade erhalten werden kann; es tritt daher die Nothwendigkeit an uns heran, für einen lebhafteren Luftwechsel durch Einleitung einer kräftigen künstlichen Ventilation zu sorgen.

Für menschliche Wohnräume hat man nun in den letzten Jahren, hauptsächlich in Folge der Untersuchungen Pettenkofer's, die Wichtigkeit eines lebhaften Luftwechsels allseitig anerkannt und hat keine Kosten gescheut, um in neu erbauten Krankenanstalten, Gefangenhäusern, Schulen u. s. w. mit complicirten Apparaten einen zweckmässigen und ausreichenden Luftwechsel herbeizuführen. Dagegen ist der Frage des Luftwechsels in den Stallgebäuden noch nicht die gleiche Aufmerksamkeit geschenkt, obgleich nach Analogie anzunehmen ist, dass auf das Befinden der Thiere eine verdorbene Luft denselben schlechten Einfluss ausüben wird, wie auf dasjenige der Menschen.

Die Aufmerksamkeit der Praktiker auf diesen Punkt hinzulenken, sowie die Ermittelung der Grundbedingungen einer Ven-

tilation in Stallgebäuden, ist der Zweck der im Nachfolgenden auszüglich mitgetheilten Untersuchungen. Bei der Beschränktheit des Raumes in der vorliegenden Zeitschrift sind wir gezwungen, uns streng referirend zu verhalten, wir müssen daher in Betreff der experimentellen Ausführung der Untersuchung auf die oben citirten Schriften verweisen.

Es kam zunächst darauf an, zu ermitteln, welche Mengen von Ausscheidungsstoffen der Luft beigemengt sein dürfen, bevor man dieselbe als verdorben und der normalen Unterhaltung des Lebensprocesses schädlich zu bezeichnen hat; hatte man diesen Punkt mit Sicherheit festgestellt, so konnte man danach erfahren, wie viel frische Luft man einem Stück Vieh in einem gegebenen Zeitraume zuführen müsse. Kannte man nun die erforderliche Stärke der Ventilation, so handelte es sich endlich darum, auf welche Weise man am zweckmässigsten und sichersten diese Luftmenge zuführen könnte; dazu war es nothwendig, alle Bedingungen zu erforschen, durch welche die Ventilation beeinflusst wird.

Untersuchen wir zuerst, welchen Umständen es zuzuschreiben ist, dass eine vorher gute Luft durch den Aufenthalt von Menschen oder Thieren zum Athmungsprocess untauglich wird, so müssen wir zunächst bemerken, dass einer Abnahme des Sauerstoffgehalts die Luftverderbniss nicht beizumessen ist. Directe Bestimmungen haben gezeigt, dass die im Athmungsprocess aus der Luft aufgenommenen Sauerstoffmengen im Verhältniss zu den überhaupt zugeführten Mengen so verschwindend klein sind, dass auf analytischem Wege kein Unterschied im Sauerstoffgehalt der guten und der verdorbenen Luft zu ermitteln ist. Es können also die luftverderbenden Eigenschaften nur den Stoffen zugeschrieben werden, welche durch den Respirationsprocess zugeführt werden.

Die wesentlichen Producte der Respiration sind Kohlensäure und Wasserdampf; gleichzeitig mit diesen gehen aber noch stets geringe Mengen von organischen Substanzen in die Luft über, welche sich bei einiger Anhäufung durch den Geruch bemerklich machen. Vom Wasserdampf, als luftverderbendem Stoff, können wir natürlich a priori absehen, und dürfen auch der Kohlensäure nur in geringem Masse die Schuld beimessen. Es ist bekannt, dass die Kohlensäure zwar nicht

im Stande ist, die Respiration zu unterhalten und dass sie, in grösseren Mengen eingeathmet, Erstickungszufälle hervorruft, dagegen steht auch fest, dass der thierische Organismus weit grössere Mengen reiner Kohlensäure zu vertragen im Stande ist, als wenn die Kohlensäure im Athmungsprocess von Menschen ausgeschieden wurde. Es bleiben also nur die geringen Mengen organischer Substanzen, denen man die Verderbniss der Luft bewohnter Räume zur Last legen kann.

Von ihrer Anwesenheit in sehr stark verunreinigter Luft kann man sich überzeugen, wenn in einem von Menschen seit längerer Zeit erfüllten Raume eine mit Eis gefüllte Glaskugel aufgestellt wird. Auf der kalten Oberfläche dieser Kugel schlagen sich nun die in der Luft befindlichen Wassertheile nieder und fixiren zugleich die ausgeathmeten theils gasförmigen, theils nur suspendirten organischen Stoffe: das von der Kugel abtropfende Wasser ist stinkend und trübe, enthält zahlreiche fäulnisserregende mikroskopische Organismen und wirkt eingeimpft oder genossen als heftiges Gift.

Die Entfernung dieser organischen Stoffe durch häufige Erneuerung der Luft ist daher im Interesse der Gesundheit geboten.

Um zu erfahren, ob eine Luft verdorben sei und in welchem Grade, würde man natürlich am sichersten die Mengen der in der Luft enthaltenen organischen Substanzen bestimmen müssen. Leider sind dieselben jedoch nur in so geringem Masse vorhanden, dass sie sich einer Bestimmung auf chemischem Wege entziehen. Da man jedoch annehmen darf, dass die organischen Stoffe proportional der Kohlensäure im Respirationsprocess abgeschieden werden, so kann man sich nach dem Gehalt an Kohlensäure, von deren Bestimmung man sehr genaue Methoden kennt, ein Urtheil über die Beschaffenheit der Luft bilden.

Pettenkofer, dem wir hauptsächlich die Kenntniss der Ventilationsverhältnisse in Wohngebäuden verdanken, nimmt an, dass eine Zimmerluft nicht mehr als 1 pro Mille (dem Volumen nach) Kohlensäure enthalten darf. Zahlreiche Bestimmungen in Ställen zeigten jedoch, dass man in denselben den Kohlensäuregehalt weit höher steigen lassen darf, als in Wohnräumen.

Von erfahrenen Praktikern wurde eine Luft, welche 3 pro Mille Kohlensäure enthielt, fast immer noch als gut, und bei einem Gehalt von 4 pro Mille als erträglich und genügend bezeichnet, während bei einem höheren Kohlensäuregehalt die Luft durchschnittlich für verdorben und dunstig erklärt wurde. Wir werden uns daher nicht weit von der Wahrheit entfernen, wenn wir für Stallluft einen Kohlensäuregehalt von 3 pro Mille als normal, von 4 pro Mille als die äusserste zulässige Grenze festsetzen. In einer Beziehung erscheint es sogar als wünschenswerth, dass der Kohlensäuregehalt einer Stallluft auf einer gewissen nicht zu geringen Höhe erhalten werde.

Man weiss, dass eine gewisse mittlere Temperatur für einen normalen Stall ein Haupterforderniss ist. Während wir nun in Wohnräumen durch Brennmaterialien auf künstlichem Wege beliebige Wärmegrade erzeugen können, sind wir in den Ställen selbstverständlich auf die von den Thieren producirte Wärme allein angewiesen, deren Freiwerden im thierischen Lebensprocess von einer gleichzeitigen Kohlensäureentwickelung bedingt wird. Es ist erfahrungsmässig nicht möglich, in den Ställen durch Zufuhr von frischer Luft den Kohlensäuregehalt auf die für Wohnräume erforderliche Grösse zu deprimiren, ohne gleichzeitig eine zu starke Abkühlung herbeizuführen. Wir müssen daher den oben festgesetzten, im Verhältniss zu demjenigen in Wohngebäuden sehr hohen Kohlensäuregehalt nicht allein als zulässig, sondern sogar als wünschenswerth bezeichnen.

Aus der Zulässigkeit eines höheren Kohlensäuregehalts folgt natürlich, dass für Stallräume eine verhältnissmässig schwächere Ventilation schon ausreichend ist. Während für einen Menschen von durchschnittlich 120—150 Pfd. Lebendgewicht eine stündliche Ventilation von 60 Cubikmeter pro Stunde erforderlich ist, genügt für 1000 Pfd. Grossvieh (Rind und Pferd) nach unseren Untersuchungen eine stündliche Ventilation von 30—40 Cubikmeter, für 1000 Pfd. Kleinvieh (Schaf und Schwein), dessen Stoffwechsel ja bekanntlich lebhafter ist, von 40—50 Cubikmeter, um die Luft auf einem genügenden Reinheitsgrade zu erhalten. Als wünschenswerth ist es allerdings zu bezeichnen, wenn eine

Verstärkung der Ventilation auf 50—60 Cubikmeter pro Stunde herzustellen ist.

Untersuchen wir nun, wie es möglich ist, diese Luftmenge den Thieren stets gleichmässig zuzuführen, so ist allerdings nicht zu leugnen, dass die Frage der Ventilation in Ställen eine weit schwierigere ist, als in Wohnräumen, da wir hier der Umstände halber keine künstlichen Motoren anwenden dürfen und zur Herstellung des Luftwechsels allein auf die durch Temperaturdifferenz zwischen innerer und äusserer Luft eintretende Ventilation angewiesen sind.

Ein grosser Theil des Luftwechsels wird auf dem Wege der sogenannten *natürlichen Ventilation* vermittelt, d. h. das die Stallräume umschliessende Mauerwerk ist nicht so dicht, dass es nicht gewissen Mengen von Luft den Durchgang gestattete. Die Porosität der Baumaterialien ist zuerst von *Pettenkofer* in ihrer Wichtigkeit für die Ventilation erkannt und durch Versuche im Kleinen für den Backstein festgestellt. Wir wollen hier nur an das eine allgemein bekannte Experiment *Pettenkofer's* erinnern, nämlich, dass es möglich ist, durch ein Stück Backstein-Mauerwerk, bei welchem durch Umgeben mit einer undurchlassenden Kittmasse das seitliche Entweichen der Luft verhindert wird, einen Luftstrom von solcher Stärke zu blasen, dass eine auf der entgegengesetzten Seite befindliche Kerze zum Verlöschen gebracht wird.

Im Verlaufe unserer Untersuchung hatten wir Gelegenheit festzustellen, dass die Porosität eine allen Baumaterialien gemeinsame Eigenschaft ist, dass sie aber denselben in sehr verschiedenem Masse innewohnt. Es drangen z. B. durch den Quadratmeter 2 Fuss starken massiven Mauerwerks pro Stunde folgende Luftmengen auf dem Wege der natürlichen Ventilation:

Sandstein	1,69	Cubikmeter
Kalkbruchstein . . .	2,32	»
Backstein	2,83	»
Kalktuffstein	3,64	»
Lehmstein	5,12	»

Man ersieht aus den vorstehenden Zahlen, dass die durch die Porosität der Materialien verursachte Ventilation zwar eine sehr verschiedene, aber immerhin stets bedeutende Grösse repräsentirt.

Als das am wenigsten poröse Baumaterial erwies sich der Sandstein. Wir können vor Ausführung directer Versuche natürlich nicht entscheiden, ob das geringe Durchlassungsvermögen des Sandsteins einem Mangel an Porosität allein oder gleichzeitig auch seinen hygroskopischen und wasserhaltenden Eigenschaften zuzuschreiben ist, müssen aber vermuthen, dass diese Eigenschaften mitwirken, die Porosität zu verringern.

Schon poröser erscheint das aus Kalkbruchstein hergestellte Mauerwerk; wir glauben allerdings nicht, dass der Kalkbruchstein selbst poröser ist als der Backstein, machen aber darauf aufmerksam, dass nach den für Bauten gebräuchlichen Anschlägen für einen gleichen Cubikraum Mauerwerk aus Kalkbruchstein fast die dreifache Menge des für einen Sandsteinquaderbau erforderlichen Mörtels in Rechnung gesetzt wird, und dass gerade der Mörtel, nach Pettenkofer, ein Material von ausserordentlich grosser Porosität ist.

In der Porosität folgt sodann der Backstein, darauf der Kalktuffstein, beide werden endlich aber noch bedeutend übertroffen durch den Lehmstein, ein durch Formen aus nassem Lehm und nachheriges Trocknen an der Luft erhaltenes Baumaterial, dem eine grosse Porosität a priori anzusehen ist.

Wir nehmen hier die Gelegenheit wahr, eine Beobachtung, welche wir über den Einfluss einer porösen Stalldecke auf die Stärke der Ventilation machten, einzufügen.

In allen Ställen, deren Decke aus porösem Lehmschlag gefertigt war, zeigte sich die Ventilation mehr als doppelt so stark als in Ställen aus gleichen Materialien, über deren Decke sich ausser der gewöhnlichen Lehmlage noch eine mehrere Zoll starke Lage von Gypsguss als Fussboden eines Kornbodens oder Wohnraums befand. Es folgt daraus, dass die Ventilation durch Herstellung einer porösen Decke sehr bedeutend verstärkt werden kann. Bei dem fast unbeschränkten Durchlassungsvermögen des Lehms für Luft scheint der Abzug der warmen verdorbenen Stallluft fast ausschliesslich durch die aus diesem porösen Material gefertigte Stalldecke zu geschehen, während dem entsprechend natürlich unter solchen Verhältnissen der Zutritt von frischer Luft durch die Seitenwandungen lebhafter vor sich geht.

Wir nehmen aus dieser Beobachtung Veranlassung, eindringlich auf den schädlichen Einfluss einer dichten Gypsdecke und auf die Vortheile einer porösen Lehmdecke hinzuweisen. Durch Herstellung einer Gypsdecke begiebt sich der Landwirth beim Bau seiner Ställe eines grossen Theils der Vortheile, welche ihm für Ventilirung und Conservirung der Gebäude die Porosität der angewandten Baumaterialien liefert; er ist in solchem Falle darauf angewiesen, eine starke künstliche Ventilation einzuführen, welche ihm im günstigsten Falle einen immer nur annähernden Ersatz für die Einbusse an natürlicher Ventilation schafft.

Immerhin repräsentirt indessen die natürliche Ventilation eine nicht zu vernachlässigende Grösse und der Landwirth wird beim Bau seiner Stallgebäude sich stets gut stehen, wenn er in der Wahl der Baumaterialien und in den Raumverhältnissen derart verfahren kann, dass die natürliche Ventilation zur Reinerhaltung der Luft allein ausreichend ist. Es unterliegt nämlich keinem Zweifel, dass die natürliche Ventilation als der beste und zweckentsprechendste Weg der Lufterneuerung zu bezeichnen ist, weil auf dem Wege der natürlichen Ventilation der Luftzutritt erstens in den porösen Wänden verlangsamt wird, so dass eine Vorwärmung der zutretenden Luft stattfindet, und zweitens auf eine so grosse Fläche vertheilt wird, dass Strömungen und Zug, der in Ställen vor Allem unerwünscht ist, vermieden werden.

Wo die Verhältnisse derart sind, dass die natürliche Ventilation nicht ausreichend für Lufterneuerung sorgen kann, muss eine Verstärkung durch Anlage eines künstlichen Ventilationssystems eintreten.

Es fragt sich nun zunächst, muss man einem System von horizontalen oder verticalen Ventilatoren den Vorzug geben?

Wir haben zahlreiche Bestimmungen über die Wirksamkeit beider Systeme ausgeführt und sind immer zu dem Resultat gekommen, dass das horizontale System in seiner Wirksamkeit sehr schwach und vor Allem dem Einfluss des Windes ausgesetzt ist. Vergegenwärtigt man sich, dass man von gut angelegten Ventilatoren unter allen Verhältnissen eine gleichmässige Wirkung verlangen muss, welche darin besteht, dass nur warme Luft abgeführt wird, während der Zutritt der frischen Luft möglichst

unmerklich durch die porösen Wände und die zufälligen Oeffnungen bewirkt werden soll, so wird man von vornherein einsehen, dass, wie wir es durch das Experiment bewiesen haben, in den erwähnten Eigenschaften das horizontale System dem verticalen nachsteht. Sobald der Wind auf die Mündungen der horizontalen Ventilatoren stösst, ist es nicht zu vermeiden, dass durch den Druck desselben grosse Mengen von kalter Luft in den Stall getrieben werden und hier unangenehme Luftströmungen und Temperaturdifferenzen verursachen. Durch Mischung der feucht-warmen Stallluft mit der kalten äusseren Luft findet ausserdem in der Nähe der Mündungen der horizontalen Ventilatoren ein starker Niederschlag von Wasser statt, welcher, da er mit fäulnisserregenden Substanzen aller Art beladen ist, das Holzwerk der Balken und der Decke in hohem Grade angreift. Es sind uns Beispiele bekannt, wo in Ställen mit horizontalen Ventilatoren mehrere Balken in der Nähe derselben in der verhältnissmässig kurzen Zeit von 3 Jahren vollständig durchfaulten, so dass ein Herabstürzen der Stalldecke stattfand.

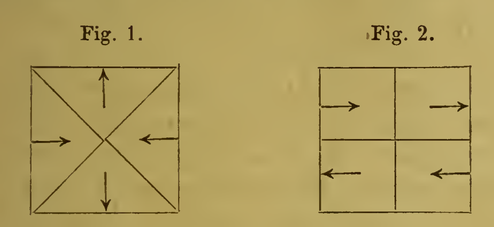
Diese Uebelstände hat man bei Anlage von Ventilatoren nach dem verticalen System, d. h. bei aufsteigenden Luftschachten, nicht zu besorgen. Wir können der Beschränktheit des Raumes wegen hier wiederum den zahlenmässigen Nachweis nicht liefern und müssen auf die Originalarbeiten verweisen, können aber versichern, dass die Wirksamkeit gut angelegter Ventilatoren nach dem verticalen System eine sehr befriedigende und gleichmässige ist, so dass es uns persönlich keinem Zweifel unterliegt, dass man mit der nöthigen Anzahl von verticalen Ventilatoren unter normalen Verhältnissen einen ausreichenden Luftwechsel herstellen kann.

Es zeigten nämlich verticale Ventilatoren bei einer Druckhöhe von 20—30 Fuss und einer Temperaturdifferenz von ca. 15^{0} zwischen äusserer Luft und Stallluft für den Quadratmeter Querschnitt eine Wirksamkeit von ca. 1500 Cubikmeter pro Stunde; ein Quadratmeter Querschnitt genügt also, um den Bedarf von 40—50 Stück Grossvieh an frischer Luft zuzuführen.

Man hat nun in neuerer Zeit die verticalen Ventilatoren mehrfach modificirt, um eine erhöhte Wirksamkeit zu erreichen,

und es finden sich in Stallungen häufig Anlagen nach dem Muir'schen oder Kinnel'schen System.

Das Muir'sche System besteht aus einem weiten aufsteigenden Luftschacht, in welchem durch 2 kreuzweise eingesetzte Scheidewände, entweder in der Art von Fig. 1 oder von Fig. 2, eine Theilung in 4 kleinere Röhren bewirkt wird, das Kinnel'-


Fig. 1. Fig. 2.

sche System aus zwei concentrischen Metallröhren von ungleicher Länge, so dass die äussere an dem unteren Ende von der inneren um mehrere Zoll überragt wird. Die Wirksamkeit dieser Systeme soll nun darin bestehen, dass in 2 von den 4 Abtheilungen des Muir'schen, sowie in dem inneren Rohr des Kinnel'schen Systems sich die Luft in absteigender Richtung bewegt, während die übrigen Abtheilungen desto lebhafter Luft nach oben führen sollen.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass in ganz dicht verschlossenen oder bei kleineren Dimensionen der zu ventilirenden Räume eine Wirksamkeit des Muir'schen und Kinnel'schen Systems in der beabsichtigten Richtung eintritt, wie es durch mannigfache Beobachtungen constatirt ist. In grösseren und weniger dicht verschlossenen Räumen jedoch, wo die Porosität der Wände und zufällige Oeffnungen, wie dieselben sich ja in Ställen zahlreich finden, das Nachströmen der erforderlichen Luftmengen vermitteln, haben wir eine solche Wirkung beider Systeme niemals beobachten können. Häufig wurde die Richtung der Luftbewegung bestimmt und immer gefunden, dass alle Abtheilungen Luft nach oben führten. In der Stärke der Ventilation konnten sich unter solchen Verhältnissen natürlich weder Muir's noch Kinnel's System, wie es wirklich durch Versuche festgestellt wurde, von dem System einfacher Luftschachte unterscheiden.

Die Einrichtung derartiger complicirter Systeme muss demnach für grössere Räume als überflüssig bezeichnet werden, man erreicht denselben Zweck durch einen gleichgrossen Querschnitt einfacher Ventilatoren.

Bei Herstellung der einfachen Ventilatoren ist häufig die Frage aufgeworfen worden, ob man derartige Einrichtungen an der Decke beginnen lasse, oder ob man dieselben in den Stall hinein bis in die Nähe des Fussbodens verlängern solle.

Häufig hört man die Ansicht aussprechen, dass sich in der Nähe des Fussbodens eine verdorbenere Luft vorfinde, als unter der Decke des Stalles, da die im Respirationsprocess ausgeschiedenen Verunreinigungen ein grösseres specifisches Gewicht besässen, als die atmosphärische Luft; es sei daher nöthig, die Luft aus dem unteren Theile des Stalles durch die Ventilatoren zu entfernen.

Zur Entscheidung dieser Frage haben wir nun mehrfach Untersuchungen der Luft in verschiedenen Höhen der Ställe ausgeführt und gefunden, dass auch bei den höchsten Kohlensäuregehalten (bis 17,5 per Mille) nicht die geringsten Differenzen in den verschiedenen Schichten vorkommen; es ist daher vergebliche Mühe, umständliche Einrichtungen zu treffen, um vom Fussboden der Ställe Luft fortzuführen, die von der an der Decke befindlichen in der Zusammensetzung nicht verschieden ist. Ebensowenig finden sich bedeutende Temperaturdifferenzen in verschiedenen Höhen; im Mittel aus zahlreichen Beobachtungen war die Temperatur unmittelbar unter der Decke nur $^1/_2{}^0$ C. höher als ca. 2 Fuss über dem Fussboden, so dass auch in dieser Hinsicht das System verlängerter Röhren keinen Vorzug verdient.

Da wir endlich Gelegenheit hatten zu constatiren, dass die verlängerten Ventilatoren in ihrer Wirksamkeit den einfachen nicht allein nicht überlegen, sondern wahrscheinlich sogar gegen dieselben zurückstehend sind, so müssen wir die Einrichtung derartiger verlängerter Ventilatoren als im Princip verfehlt und möglicherweise als der Wirksamkeit nachtheilig bezeichnen.

Es bleibt nun noch kurz zu erörtern, wie man in rationeller Weise nach den in der vorliegenden Arbeit gewonnenen Resultaten

zur Anlage eines Ventilationssystems in einem Stallgebäude schreiten soll.

Man hat sich zuerst klar zu machen, welche Luftmenge man in einer gewissen Zeit überhaupt zuzuführen hat; da wir 30 Cubikmeter pro Stück Grossvieh und Stunde als ausreichenden Luftwechsel bestimmt haben, so wird beispielsweise in einem Stall mit einem Bestande von 40 Stück Grossvieh an stündlicher Ventilation 1200 Cubikmeter erforderlich. Sodann hat man aus der Wandfläche und der Art des Baumaterials zu berechnen, auf eine wie starke natürliche Ventilation man zu rechnen hat; denken wir uns z. B., unser Stall sei von massivem Sandstein erbaut und habe bei einem Cubikinhalt von 1000 Cubikmeter 260 Quadratmeter Wandfläche, so können wir bei dem Durchlassungsvermögen des Sandsteins von 1,69 Cubikmeter pro Quadratmeter Fläche auf eine stündliche Ventilation von 442 Cubikmeter auf natürlichem Wege rechnen. Dieselbe ist natürlich nicht annähernd ausreichend zur Reinerhaltung der Luft und es müssen 758 Cubikmeter stündlich durch ein künstliches System beschafft werden. Dazu ist an verticalen Ventilatoren erforderlich ein Querschnitt von 0,505 Quadratmeter, da der Quadratmeter pro Stunde erfahrungsmässig circa 1500 Cubikmeter ventilirt. Diesen Querschnitt würden wir empfehlen durch 5 Ventilatoren mit je $^1/_{10}$ Quadratmeter Fläche herzustellen, da es im Interesse der Gleichmässigkeit der Temperaturverhältnisse gerathen erscheint, den Abzug der Luft an verschiedenen Stellen durch kleinere Ventilatoren bewirken zu lassen, welche ausserdem in ihrer Wirkung zuverlässiger sind, als eine kleinere Anzahl grösserer Ventilatoren.

Die verticalen Ventilatoren muss man nach unseren Erfahrungen in einer Höhe mit der Stalldecke beginnen lassen; zur Verstärkung der Wirksamkeit ist es ferner vortheilhaft, dieselben mit einem grösseren trichterförmigen Ansatz zu versehen, um den Eintritt der Luft zu erleichtern.

Um eine gleichmässige Wirksamkeit der verticalen Ventilatoren zu sichern, ist es vor allen Dingen erforderlich, dieselben vor dem hemmenden Einfluss des Windes zu schützen. Dazu muss man es als *unter allen Umständen absolut* noth-

wendig bezeichnen, dass die Ventilatoren nicht auf der Dachfläche, sondern wenigstens in einer Höhe mit dem Dachfirst münden. Mehrfach hat Verfasser beobachtet, dass Ventilatoren, wenn sie auf der Dachfläche mündeten, nicht allein vollständig unwirksam für den Abzug der Luft waren, sondern dass sie sogar auch bei mässig starkem Winde auf der Windseite Luft abwärts führten und im Stalle unangenehme kalte Luftströmungen und feuchte Niederschläge in ihrer Nähe erzeugten. Ebensowenig wie man durch einen Schornstein, welchen man auf dem unteren Theile der Dachfläche münden lässt, den nöthigen Zug hervorbringen kann, darf man dasselbe von einem derartigen Ventilator erwarten.

Es ist sogar gewiss nicht überflüssig, die Ventilatoren, auch wenn sie auf dem Dachfirst münden, mit besonderen Vorrichtungen zum Schutz gegen den Wind zu versehen. Derartige Vorrichtungen sind ja häufig an russischen Röhren angebracht und es dürfte kaum Schwierigkeiten bieten, irgend eine der sinnreichen Constructionen von Schornsteinköpfen auf die etwas grösseren Dimensionen der Ventilatoren zu übertragen.

Als vortheilhaft ist es zu bezeichnen, die Ventilatoren mit Vorrichtungen zum Reguliren des Luftstromes zu versehen, da im Winter bei starken Temperaturdifferenzen zwischen äusserer und innerer Luft oder bei starkem Winde die natürliche Ventilation unter Umständen so gesteigert werden kann, dass eine künstliche Ventilation überflüssig, ja in Rücksicht auf die Temperaturverhältnisse schädlich werden kann.

Als Material endlich, aus welchem die Ventilatoren herzustellen sind, wird man der Billigkeit halber meistens auf Holz angewiesen sein, und es ist auch nicht zu leugnen, dass Holz in diesem Falle gewisse Vorzüge vor dem Metall oder gar vor dem porösen Stein besitzt. Aus der feuchtwarmen Stallluft schlägt sich nämlich auf der kalten Metalloberfläche Wasser nieder, fliesst in den Stall zurück und belästigt die unter den Ventilatoren stehenden Thiere, während dasselbe auf der schlecht wärmeleitenden Holzoberfläche in geringerem Masse der Fall ist.

Dagegen ist bei hölzernen Ventilatoren zu befürchten, dass undichte Stellen leicht ein Austreten der verdorbenen feuchten

Luft in die um die Ventilatoren gelagerten Futtervorräthe und in Folge dessen ein Faulen und Verderben derselben veranlassen. Es wird deshalb zu empfehlen sein, die Fugen und sonstigen Undichtigkeiten der hölzernen Ventilatoren durch aufgenagelte Blechstreifen und mit Kitt zu verdichten, sowie überhaupt das Holzwerk durch einen mehrfach wiederholten Anstrich undurchlassend zu machen.

Hiermit schliesse ich den Bericht über die Resultate meiner Untersuchung. Ich glaube, dass durch Berücksichtigung der hervorgehobenen Umstände manche der Uebelstände, welche man bisher bei der künstlichen Ventilation zu empfinden hatte, beseitigt oder doch gemildert werden können.

Im Anschlusse hieran erläuterte der Vortragende an einem von ihm construirten Modell einige Verhältnisse der Ventilation. Den Bericht über diesen Theil des Vortrages müssen wir uns versagen, da zur Erläuterung eine Reihe von Abbildungen nothwendig wäre. Es mag bemerkt werden, dass die Beschreibung des erwähnten Ventilationsmodells und der damit auszuführenden Versuche in der nächsten Zeit anderweit geschehen wird.

Der Vorsitzende, Herr Dr. Hofmeister, schliesst hierauf bei vorgerückter Zeit die Sitzung.

Zur Beglaubigung:

Dr. J. Schroeder. Dr. U. Kreusler.

Verhandelt Dresden, den 26. Mai 1871.

Der Vorsitzende theilt der Versammlung ein Begrüssungs-Telegramm des Herrn Prof. Fr. Schulze-Rostock mit, worin derselbe sein Bedauern ausspricht, den diesjährigen Verhandlungen nicht beiwohnen zu können.

Nach einigen geschäftlichen Mittheilungen gelangte zur Besprechung

§ 21 der T.-O.: Sollen die Wanderversammlungen der Agriculturchemiker selbstständig fortbestehen oder sind dieselben mit der allgemeinen deutschen Naturforscherversammlung zu vereinigen?

Herr Prof. E. Wolff-Hohenheim spricht sich für den Anschluss an die deutsche Naturforscherversammlung aus. Redner hebt die Wichtigkeit eines regeren Verkehrs mit den Physiologen von Fach hervor und verspricht sich davon eine mächtige Anregung für die Agriculturchemiker.

Herr Prof. Henneberg-Weende erklärt sich im Allgemeinen mit den Ausführungen des Vorredners einverstanden, glaubt aber die ursprünglichen Motive berücksichtigen zu müssen, welche Veranlassung gaben, die Wanderversammlungen der Agriculturchemiker ins Leben zu rufen. Man hatte dabei namentlich das genauere Kennenlernen der verschiedenen Versuchs-Anstalten und das Förderliche der persönlichen Anschauung im Auge. Redner stellt den Antrag: die Versammlung wolle beschliessen, ihre ferneren Zusammenkünfte nach dem bisherigen Modus aber nur jedes zweite Jahr abzuhalten.

Für die Zwischenjahre wird der Besuch der Naturforscherversammlung als zweckmässig empfohlen, die Bildung einer selbstständigen Section dabei aber nicht beabsichtigt.

Herr Hofrath Stöckhardt-Jena hält für wichtig, dass auch andere naturwissenschaftliche Kräfte sich an den Bestrebungen der Agriculturchemiker betheiligen und befürwortet daher den Eintritt in die Naturforscherversammlung unter Bildung einer selbstständigen Section. Wenn ein alljährlicher Zusammentritt nicht für wünschenswerth erachtet werde, so stehe dem nichts entgegen:

an den Verhandlungen der Naturforscherversammlung nur alle zwei Jahre Theil zu nehmen.

Herr Prof. A. Müller-Berlin möchte die praktische und die wissenschaftliche Seite der Agriculturchemie als ebenbürtig betrachtet wissen. Redner drückt seine Befriedigung über den bisherigen Modus aus und freut sich über das bisher Erreichte, glaubt aber die Stellung der Agriculturchemie nunmehr selbstständig genug, um an den Verhandlungen der Naturforscher als eigne Section Theil zu nehmen.

Andrerseits wird der Versammlungen deutscher Land- und Forstwirthe gedacht, und um auch diesen eine regere Theilnahme seitens der Agriculturchemiker zuzuwenden, stellt Redner den Antrag: Die Versammlung der Agriculturchemiker möge an dem Versammlungsort der Naturforscher einerseits und dem der Land- und Forstwirthe andrerseits und zwar am Tage zuvor zusammentreten.

Herr Hofrath Stöckhardt-Jena hält die Schwierigkeiten einer zweimaligen Zusammenkunft im Jahre für zu gross und erwähnt sodann, dass die Landwirthe sich grossentheils gern an den Verhandlungen der Naturforscher betheiligen, weshalb auch schon der Vorschlag gemacht worden sei, die Versammlung der Land- und Forstwirthe mit der der Naturforscher zusammenzulegen. Redner glaubt sich ausdrücklich für eine einmalige, nicht aber für zweimalige jährliche Zusammenkunft aussprechen zu sollen.

Herr Dr. Ad. Mayer-Heidelberg bemerkt in Bezug auf den letzten Punkt, dass hier wohl nur von einem zweijährigen Turnus die Rede sein könne. Derselbe macht den Vorschlag, alle zwei Jahre an den Verhandlungen der Naturforscher theilzunehmen und zwar als geschlossene Section, um Zersplitterung zu verhüten. In den Zwischenjahren möge die Naturforscherversammlung nach dem Ermessen jedes Einzelnen besucht werden.

Herr Prof. Nessler-Carlsruhe macht auf einen misslichen Umstand aufmerksam, den der zweijährige Turnus nothwendig mit sich bringe. Die Naturforscherversammlung tagt abwechselnd in Nord- und Süddeutschland, und es würde diese in vieler Hinsicht so schätzenswerthe Einrichtung verloren gehen, sobald man sich zur Annahme eines zweijährigen Turnus entschliesse. Indem

Redner aus diesem Grunde für alljährliche Theilnahme in geschlossener Section stimmt, spricht er sich zugleich für Ernennung einer Commission aus, die die Angelegenheit in jedem einzelnen Falle in die Hand zu nehmen hat.

Diese Ausführungen finden mehr oder weniger Unterstützung bei den Herren Prof. Stöckhardt-Jena, Prof. Wolff und Prof. A. Müller. Doch wünscht Letzterer gleichzeitig eine möglichst rege Betheiligung an den Verhandlungen der Land- und Forstwirthe zu erstreben.

Herr Prof. Henneberg glaubt, dass eine gleichzeitige Berücksichtigung beider Versammlungen einen Zeitaufwand von wenigstens acht Tagen erfordere. Im Uebrigen ist derselbe entschieden gegen den Anschluss an die Naturforscherversammlung in Form einer Section, weil die Sitzungen der Agriculturchemiker erfahrungsmässig so viel Zeit erfordern, dass für den Besuch anderer Sectionen schwerlich Zeit übrig bleiben würde, und somit die durch die Vereinigung erstrebten Vortheile wenigstens in diesem Punkte illusorisch werden dürften.

Herr Prof. Wolff möchte darauf hinzuwirken suchen, dass die verschiedenen Versammlungen an möglichst nahe zusammen gelegenen Orten tagen, um so den wechselseitigen Verkehr zu erleichtern.

Auf einen Einwurf des Herrn Dr. Heiden-Pommritz: dass eine Zersplitterung zu befürchten sei, wenn man von der Bildung einer geschlossenen Section absehe, entgegnete

Herr Prof. Henneberg, dass die Section für Chemie der Naturforscherversammlung auch für die angewandte Chemie offen stehe.

Herr Prof. A. Müller hält das Bedenken von Herrn Dr. Heiden für begründet und führt andererseits als Beispiel eine bekannte gelehrte Gesellschaft an, welche zwar programmmässig auch alle Zweige der angewandten Chemie involvire, de facto aber sich als eine »Gesellschaft der Benzolreihe« gerire.

Redner will beim Anschluss an die Naturforscherversammlung eine compacte Masse gewahrt wissen und hält — mit Hinweis auf das Bestehen einer Section für öffentliche Gesundheits-

pflege — die Bildung einer Section für Agriculturchemie für mindestens ebenso angezeigt.

Herr Hofrath Stöckhardt-Jena wünscht Bildung einer eignen Section, damit dieselbe allen Interessenten offen stehe. Ein Anschluss an die allgemeine chemische Section würde die Hoffnung auf grössere Betheiligung von Landwirthen und Physiologen ausschliessen.

Es werden hierauf von dem Vorsitzenden, Herrn Prof. Nobbe, die verschiedenen Anträge resumirt, um zur Abstimmung gebracht zu werden.

Nach einer lebhaften Debatte über die zweckmässigste Fassung und Reihenfolge der Anträge wird die Frage:

»Soll einfacher Anschluss als besondere Section an die Naturforscherversammlung stattfinden?«

von der Majorität der Anwesenden mit Ja beantwortet.

Es wurde sodann der Antrag des Herrn Prof. Nessler auf: »Ernennung einer vorläufigen ständigen Commission, welche die Angelegenheiten der künftigen Versammlungen in die Hand nimmt«, von dem Vorsitzenden befürwortet, zur Abstimmung gebracht und von der Versammlung mit grosser Majorität angenommen.

In die betreffende Commission wurden durch Acclamation gewählt die Herren Prof. Henneberg-Weende, Prof. Nobbe-Tharand und Prof. Wolff-Hohenheim.

Der Vorschlag des Präsidenten: die §§ 14, 15 und 16 der T.-O., als sehr verwandte Gegenstände betreffend, im Anschluss an einander zur Besprechung zu bringen, wird von der Versammlung angenommen.

ad § 15 der T.-O.: Ueber den Preis der Nährstoffe in den künstlichen Düngemitteln.

Herr Dr. Heiden-Pommritz, der die Einleitung dieses Paragraphen übernommen hatte, discutirt zunächst die Frage: Nach welchen Grundsätzen sind die Preise der künstlichen Düngemittel festzustellen? Referent ist der Ansicht, dass man streng genommen bei derartigen Ermittelungen sämmtliche vorhandene Nährstoffe zu berücksichtigen habe, dass es jedoch die Praxis

habe als ausreichend erscheinen lassen, nur die ganz vorzugsweise den Werth bedingenden Nährstoffe: Phosphorsäure, Stickstoff und Kali in Betracht zu ziehen. Derselbe giebt alsdann eine Reihe von Zahlen, wie er sie für diese Nährstoffe in den im Handel zumeist gebotenen Formen ermittelt hat.

Es berechnet sich für 1 Pfund Phosphorsäure im:

Fleisch- und Fischguano	3,5	Sgr.
staubfeinen Knochenmehl	3,0	»
griesförmigen »	2,8	»
groben u. splittrigen »	2,4	»
Phosphorit	1,0	»
Lösliche Phosphorsäure in den Superphosphaten	5,0	»

Stickstoff in Form von:

Ammoniaksalzen und Salpetersäure-Salzen	10,5	Sgr.
Peruguano	10,0	»
gedämpftem Knochenmehl, Fischguano etc.	9,0	»
rohem Knochenmehl	8,5	»

Kali:

in den verschiedenen Kalisalzen	1,8—2,8	Sgr.

In Bezug auf vorstehende Zahlen bemerkt Referent, dass die mittelst derselben berechneten Preise, seiner Erfahrung gemäss, für die Lausitz den Marktpreisen normaler Waare entsprechen.

Herr Prof. Nessler warnt davor, dem Praktiker derartige Werthe in allzubestimmter Form vorzuführen, weil derselbe dadurch irregeleitet und unter Umständen geschädigt werden könne.

Herr Dr. Heiden vertritt die entgegengesetzte Ansicht und glaubt, dass der Praktiker durch Zahlen am sichersten davon abzuhalten sei, »billige Waare« zu kaufen.

Herr Dr. Kühn-Möckern spricht sich dahin aus, es sei nicht Aufgabe der Versammlung, derartige bestimmte Normen aufzustellen, da denselben doch eine allgemeinere Gültigkeit für verschiedene Gegenden nicht beizumessen sei. Man würde z. B. für die verschiedenen Gegenden Corrections-Tabellen für den Frachtzuschlag entwerfen müssen.

Redner legt auf die absoluten Zahlen kein grosses Gewicht, glaubt aber den Verhältnisszahlen einen gewissen Werth beimessen zu sollen.

Herr Dr. Wolf-Chemnitz ist im Wesentlichen derselben Ansicht.

Herr Prof. A. Müller weist darauf hin, dass die von Herrn Dr. Heiden als für die Lausitz massgebend ermittelten absoluten Zahlen bereits die relativen Verhältnisse involviren.

Herr Dr. Heiden verwahrt sich dagegen, als habe er seinen mit Rücksicht auf die Lausitz ermittelten Zahlen eine weitergehende Bedeutung beilegen wollen.

Herr Dr. Beyer-Freiberg hält die Schwankungen der Marktpreise für zu bedeutend, um eine irgend allgemein gültige Norm aufstellen zu können, und führt als Beispiel den sehr wechselnden Preis der Ammoniaksalze an.

Herr Dr. Kühn-Möckern zieht die Anwendung unbenannter Verhältnisszahlen dem Ausdruck des Werthes durch concrete Pfennig- und Groschenzahlen vor, weil letztere Berechnungsweise in der Praxis Unzuträglichkeiten befürchten lasse.

In der sich unter Betheiligung der Herren Dr. Mayer-Heidelberg, Dr. Schultze-Braunschweig, Dr. Heiden-Pommritz und Prof. Nessler-Carlsruhe weiter ausspinnenden Debatte einigt man sich über die Wichtigkeit des Unterschiedes zwischen Gebrauchswerth und Handelswerth und über die Nothwendigkeit, dem Praktiker diesen Unterschied deutlich vor Augen zu führen.

Herr Prof. Hellriegel-Dahme kommt nochmals auf die von Dr. Heiden festgestellten Zahlen zurück und glaubt, dass, wenn auch derartige mehr oder weniger concrete Werthe nicht wohl ganz zu entbehren seien, es sich doch empfehlen dürfte, den möglichst sparsamen Gebrauch davon zu machen. Redner befürwortet eine Verständigung mit den Controlfabriken über Entschädigung nach bestimmter Taxe, wie dieselbe bereits seitens verschiedener Versuchs-Stationen erzielt und bewährt befunden worden ist.

ad § 16 der T.-O.: Ueber die Untersuchungsmethoden der künstlichen Düngemittel.

Herr Dr. L. Brunner-Pommritz, welcher die Einleitung dieser Frage übernommen hatte, weist darauf hin, wie fast alle Versuchs-Stationen gezwungen seien, einen bedeutenden Theil

ihrer Thätigkeit der landwirthschaftlichen Düngercontrole zuzuwenden. Wenn er den Vortheil dieser Arbeit auch keineswegs verkenne, so sei sie doch für den ausführenden Chemiker eine der unangenehmsten Beigaben. Sie hindere die Ausführung wissenschaftlicher Arbeiten, wirke erschlaffend und geisttödtend und sei am wenigsten geeignet, die Ausbildung eines jungen Agriculturchemikers zu fördern. Redner hält es deshalb für durchaus wünschenswerth, die Ausführung dieser Analysen möglichst abzukürzen — selbstverständlich so weit es ohne Beeinträchtigung der Sicherheit der Resultate geschehen könne — und glaubt eine Reduction der Arbeit nicht nur durch Anwendung der am schnellsten zum Ziele führenden analytischen Methoden erreichen zu können, sondern auch durch Weglassung aller unwesentlichen Bestimmungen. Es würde sich empfehlen, nur in zweifelhaften Fällen die Mengen des Wassers, des Sandes, der Asche etc. anzugeben, diese Bestimmungen dagegen in der Regel gar nicht auszuführen.

Redner spricht darauf den Wunsch aus, dass es gelingen möge, für die verschiedenen Versuchs-Stationen eine Einigung betreffend der bei den bezüglichen Analysen anzuwendenden Methoden zu erzielen, und dass diejenigen Methoden, welche bei grösster Genauigkeit am wenigsten Zeit kosten, sich dabei am meisten empfehlen.

Herr Dr. Ad. Mayer-Heidelberg richtet an die Versammlung die Frage, welche Methoden der Phosphorsäurebestimmung bei eisenreichen Phosphaten, inbesondere bei Lahnphosphoriten zur Anwendung kommen und welche Methode als die bewährteste befunden worden sei?

Herr Dr. Beyer-Freiberg hält bei derartigen Phosphaten die gewichtsanalytische Methode unter vorgängiger Anwendung von Molybdänsäure für allein angezeigt. Seinen Erfahrungen gemäss genügt eine Digestionsdauer von 4—5 Stunden, um die Phosphorsäure in Form der Molybdänverbindung vollständig auszufällen. Der Einwurf eines zu grossen Aufwandes von Molybdänsäure sei nicht stichhaltig, da sich nach der Methode von Herrn Prof. Birner die Molybdänrückstände ohne alle Mühe wieder nutzbar machen liessen.

Herr Prof. Birner-Regenwalde giebt mit kurzen Worten die Grundlage der erwähnten Methode an. Nachdem man zunächst darauf hingearbeitet, die Rückstände in den bekannten gelben Niederschlag überzuführen, wird dieser ausgewaschen und in einer angemessenen Menge Ammoniakflüssigkeit gelöst. Man versetzt mit Eisenchlorid bis der Niederschlag eine bräunliche Farbe angenommen hat (zum Zeichen, dass alle Phosphorsäure in den Niederschlag eingegangen), und übersättigt die abfiltrirte Flüssigkeit mit der zu berechnenden Menge Salpetersäure. Auf diese Weise wird eine zur Ausfällung der Phosphorsäure direct geeignete Flüssigkeit wiedergewonnen.

Herr Dr. Brunner-Pommritz führt als seinerseits bei eisenhaltigen Phosphaten häufig angewandte Methode an: Ausfällung des phosphorsauren Eisens, dann Beseitigung des Kalkes und endlich Fällung mit Magnesiamischung.

Herr Dr. Wolf-Chemnitz hält die Bestimmung mittelst Molybdänsäure für zu complicirt und zeitraubend, sobald es sich um grössere Reihen von Analysen handelt; die durch Titriren mit Uranlösung erzielten Resultate dürften bei richtigem Verfahren eine für die Praxis vollständig ausreichende Uebereinstimmung bieten.

Herr Dr. Beyer-Freiberg giebt dieses für die Mehrzahl der Fälle zu, hebt jedoch hervor, dass die von Dr. Mayer angeregte Frage speciell die stark eisenhaltigen Phosphate im Auge habe.

Herr Dr. Heidepriem-Coethen spricht sich für das Titrirverfahren aus und glaubt, dass dasselbe in allen Fällen genügende Resultate liefere, wenn man einige gewöhnliche Fehlerquellen berücksichtige und vermeide. Derselbe bemerkte, dass freie Essigsäure, wenn sie in grösserer Menge vorhanden ist, lösend auf das Uranphosphat einwirkt und somit die Reaction mit Ferrocyankalium zu früh eintreten lässt. Umgekehrt wirken, wie bekannt, essigsaure Salze, namentlich essigsaures Natron, verzögernd auf die Reaction. Um nicht allzuviel freie Essigsäure in die Lösung zu bekommen, empfiehlt Referent daher, die saure Lösung vorher mit Ammoniak so weit als zulässig zu neutralisiren; Chlorammonium, salpetersaures Ammoniak etc. beeinflussen die Reaction nicht. — Auch stark eisenhaltige Phosphate gaben mit dem Titrirverfahren genaue Resultate, wenn

man Sorge trug, sich das phosphorsaure Eisen vorher klar absetzen zu lassen.

Herr Prof. Nessler hat ebenfalls selbst bei Lahnphosphoriten befriedigende Resultate erhalten, wenn das phosphorsaure Eisen vorher abgeschieden und für sich bestimmt wurde.

Herr Prof. A. Müller bestätigt dies unter Hinweis auf eine diesen Gegenstand betreffende Angabe von Fresenius.

Herr Dr. H. Schultze-Braunschweig hebt hervor, dass es namentlich bei der Analyse von Knochenkohlen und anderen unaufgeschlossenen Phosphaten nothwendig sei, das Waschwasser des phosphorsauren Eisens mit der zu titrirenden Flüssigkeit zu vereinigen. Es fände oft bei dem sonst meist üblichen Verfahren (Vermischen eines bestimmten Volumens von dem Phosphorsäureauszug mit einem bestimmten Volumen von essigsaurer Natronlösung, Filtriren durch ein trockenes Filter und Titriren eines aliquoten Theils vom Filtrat, Gewichtsbestimmung des für sich ausgewaschenen phosphorsauren Eisens) durch das Auswaschen des phosphorsauren Eisens ein nicht unerheblicher Verlust statt, ein Umstand, auf den Mohr bereits aufmerksam gemacht habe. Ferner sei darauf zu sehen, dass die zur Ausfällung der Phosphorsäure nöthige Uranlösung bis auf einige Zehntelcubikcentimeter zu der zu titrirenden Flüssigkeit zuzusetzen sei, bevor man zu kochen anfange, um das Ausscheiden von phosphorsaurem Kalk zu vermeiden, in Folge dessen ebenfalls sich zu niedrige Resultate ergäben. Die zuzusetzende Menge der Uranlösung lasse sich leicht durch Vortitriren von 10 CC. der phosphorsäurehaltigen Flüssigkeit feststellen. Die von Dr. Brunner angeführte Methode (Ausfällen des phosphorsauren Eisens aus dem Phosphorsäureauszug durch essigsaures Natron, Ausfällen des Kalkes durch oxalsauren Ammoniak und schliessliches Fällen der Phosphorsäure durch Magnesiamixtur) glaubte Redner verwerfen zu müssen, weil bei eisenhaltigen Phosphaten leicht eine Verunreinigung der phosphorsauren Ammoniakmagnesia durch Eisenoxyd eintrete, wenn dasselbe nicht durch Zusatz von Weinsäure oder Citronsäure in Lösung gehalten werde, ein Zusatz, der aber auch leicht Fehlerquellen bekanntlich einschliesse, und weil vor allem der etwaige Kieselsäuregehalt der Lösung nicht berücksichtigt werde. Dieser

Umstand könne zu nicht unwesentlichen Irrthümern Veranlassung geben. Bei dem gewichtsanalytischen Verfahren verdiene die Molybdänsäuremethode den Vorzug, und es sei auch wünschenswerth, dass dieselbe, wie sie Fresenius in dem 6. Band seiner Zeitschrift angegeben, überhaupt zur Beurtheilung des Titrationsverfahrens bei etwaigen Meinungsverschiedenheiten zu Grunde gelegt werde. Manche Chemiker bedienen sich noch der dort von Fresenius angegebenen Correction für die Löslichkeit der phosphorsauren Ammoniakmagnesia; dieselbe sei aber durchaus unzulässig und führe zu zu hohen Resultaten.

Herr Prof. Birner will die Correction nur für das ursprüngliche Volum der gefällten Flüssigkeit, nicht aber auch für das Waschwasser in Anwendung gebracht wissen.

Herr Dr. Schultze bestreitet die Löslichkeit der phosphorsauren Ammoniakmagnesia als solcher in der Fällungsflüssigkeit und bezieht sich dabei auf Angaben von Kubel und von Kissel. Bei annähernder Innehaltung einer $2^1/_2$procentigen ammoniakalischen Lösung sei auch nach seinen Versuchen eine Löslichkeit, die eine Correction erfordere, nicht anzunehmen. Uebrigens habe bereits Wöhler in seiner Mineralanalyse die Unlöslichkeit der phosphorsauren Magnesia unter dieser Bedingung hervorgehoben.

Herr Prof. A. Müller hält die Correction deshalb für undienlich, weil bei genannter Bestimmung zwei einander entgegengesetzte Fehlerquellen sich ohnehin mehr oder weniger compensiren. Der durch nicht völlige Unlöslichkeit der phosphorsauren Ammoniakmagnesia bedingte Verlust werde durch den Umstand ausgeglichen, dass der betreffende Niederschlag nie ganz frei von fremden Beimengungen zu erhalten sei.

Herr Dr. Schultze-Braunschweig hält eine Einigung darüber für höchst wünschenswerth, auf welche Weise der zur Bestimmung der löslichen Phosphorsäure dienende wässerige Auszug der Superphosphate herzustellen sei. Die bisher meist übliche Methode einfacher Digestion mit einer gemessenen (resp. auf ein bestimmtes Mass aufzufüllenden) Menge kalten Wassers unter zeitweiligem Umschütteln kann je nach der längeren oder kürzeren Einwirkung des Lösungsmittels Differenzen bedingen, welche in manchen Fällen (z. B. bei aufgeschlossenem Guano und Knochen-

kohlen-Superphosphaten) nur sehr gering, bei anderen Superphosphaten dagegen sehr beachtenswerth sind und sich nach seinen Beobachtungen auf 1 Proc. und mehr belaufen können.

Die von Stohmann und Wolff empfohlene und vielfach übliche Einhaltung einer dreistündigen Einwirkung erwies sich nicht immer als ausreichend, in anderen Fällen wurde bei längerem Stehenlassen ein Zurückgehen der löslichen Phosphorsäure bemerkt.

Redner macht den Vorschlag, zum Zwecke der Phosphorsäurebestimmung die Superphosphate durch Auswaschen mit Wasser bis zum Verschwinden der sauren Reaction zu erschöpfen.

Herr Dr. Heiden-Pommritz ist der Ansicht, dass bei Einhaltung letzterer Methode allzugrosse Flüssigkeitsmengen resultiren würden.

Herr Dr. Schultze-Braunschweig hält dem entgegen, dass nach Angaben von Fresenius bei Anwendung von 10 Grm. Superphosphat 500—600 CC. Wasser ein vollständiges Auswaschen bis zum Aufhören der sauren Reaction ermöglichen. Die Flüssigkeitsmengen und in erster Linie der Zeitaufwand dürften bei Anwendung der Bunsen'schen Luftpumpe noch eine wesentliche Beschränkung erfahren.

Zerreiben der Superphosphate hält Herr Dr. Schultze für unzulässig; jedenfalls sei dabei (wie auch Fresenius bemerkt) nur ein gelindes Zerdrücken anzuwenden und ein eigentliches Zerreiben der härteren Theile zu vermeiden, weil sonst eine nachträgliche Aufschliessung erfolge und daher das Resultat zu hoch ausfalle. Redner empfiehlt die Methode des Auswaschens, falls deren allgemeine Anwendung für zu umständlich erachtet werde, doch in Differenzfällen anzuerkennen.

Herr Prof. Nessler-Carlsruhe hat bei Anwendung des Auswaschens Resultate erhalten, welche mit den durch die Methode des einfachen Auffüllens nach erfolgtem Anreiben erzielten hinlänglich übereinstimmten.

Herr Dr. Wolf-Chemnitz ist ebenfalls geneigt, der Methode des Anreibens den Vorzug zu geben.

Herr Prof. A. Müller hält blosses Digeriren (namentlich wenn man unterlässt sehr wiederholt umzuschütteln) für unzureichend

und spricht sich unbedingt für Anreiben der Superphosphate mit Wasser aus.

Um einer weitergehenden Aufschliessung von Phosphorsäure vorzubeugen, schlägt derselbe folgende Modification des Verfahrens vor: Das Superphosphat werde zunächst durch Anrühren (nicht Anreiben) mit Wasser und Decantiren — erforderlichen Falls durch Wiederholung dieser Operationen — von dem überwiegend grössten Theil der löslichen Phosphorsäure befreit; erst dann werde der Rückstand fein zerrieben und das Ganze in eine Massflasche gespült.

Die Anwendung der Bunsen'schen Pumpe glaubt Redner für den von Herrn Dr. Schultze beabsichtigten Zweck nicht empfehlen zu dürfen, weil sie wegen zu raschen Ablaufens des Waschwassers und zu starker Austrocknung des Filterinhalts ein vollständiges Auswaschen nicht immer gewährleiste.

Herr Dr. Senff-Tharand befürwortet die Annahme der Müller'schen Methode, da er mittelst derselben sehr befriedigende und übereinstimmende Resultate erzielt habe. Die Dauer der Einwirkung erwies sich dabei als ziemlich gleichgültig, insofern keine merkliche Differenz beobachtet wurde, mochte man über Nacht stehen lassen oder aber die Einwirkung auf wenige Stunden beschränken.

Herr Prof. Nessler-Carlsruhe hält ebenfalls das Anreiben für unerlässlich, da der meist in beträchtlicher Menge vorhandene Gyps ein vollständiges Ausziehen der Phosphorsäure bei einfacher Digestion nicht zulassen dürfte; es wird vorhergehendes Auswaschen nicht für nöthig erachtet, vielmehr directes Anreiben und Einspülen in eine Massflasche beantragt.

Herr Dr. Wolf-Chemnitz spricht sich in ähnlichem Sinne aus.

Herr Dr. H. Schultze-Braunschweig kommt nochmals darauf zurück, dass nach Fresenius ein derartiges Anreiben mitunter falsch sein könnte. Man müsse die grosse Verschiedenheit der Superphosphate bedenken, so dass fast jedes derselben ein neues Untersuchungsobject darstelle. Unter diesen Umständen genüge die Beobachtung eines Chemikers, um eine Fehlerquelle zu constatiren. Vor Kurzem habe er z. B. ein mangelhaft zubereitetes Superphosphat aus Knochenkohle unter den Händen gehabt,

welches statt mit fünfziger mit sechziger Säure dargestellt worden sei und noch mehrere Procente kohlensauren Kalkes enthalten habe. Es sei anzunehmen, dass beim Anreiben des Superphosphats auch hier eine Einwirkung der zuerst entstehenden concentrirten Lösung stattgefunden haben würde.

Herr Prof. Nessler hat ein derartiges Vorkommen seltner beobachtet und glaubt die hauptsächliche Fehlerquelle in der Anwesenheit von Gyps und härteren Stücken suchen zu müssen.

Der Verlauf der sehr lebhaften Debatte, an der sich weiter die Herren Dr. Heiden, Prof. A. Müller, Dr. H. Schultze, Prof. Hellriegel, Dr. G. Kühn, Prof. Birner, Dr. Beyer betheiligen, führt zu dem Resultat: »Die überwiegende Mehrheit der anwesenden Agriculturchemiker einigen sich dahin, die von Herrn Prof. A. Müller in Vorschlag gebrachte Methode anzunehmen, d. h. zum Zweck der Bestimmung der löslichen Phosphorsäure die Superphosphate mit Wasser anzureiben, nachdem zuvor der grösste Theil der Phosphorsäure durch Anrühren mit kaltem Wasser und Decantiren in Lösung übergeführt wurde.«

Vor Uebergang zu einem weitern Punkte der Tagesordnung bringt der Vorsitzende das Telegramm für Herrn Prof. Schulze-Rostock in Erinnerung und schlägt vor, eine entsprechende Antwort in Form einer Begrüssung abzufassen.

Herr Prof. A. Müller modificirt diesen Vorschlag dahin, das Telegramm gelegentlich des für den Nachmittag in Aussicht stehenden geselligen Beisammenseins abzufassen und von Tharand aus abzusenden. Die Versammlung ist damit einverstanden.

Herr Prof. Nobbe, als Vorsitzender, theilt ferner mit, dass Herr Prof. Cossa im Namen des Italienischen Herrn Ministers für Landwirthschaft die Versammlung für ihre nächste Sitzung nach Turin eingeladen habe, und glaubt den wärmsten Dank dafür Namens der Versammlung aussprechen zu sollen, obschon es nicht in deren Macht stände, der Einladung nachzukommen.

ad § 14 der T.-O.: Ueber die Einstimmigkeit in der Form der Veröffentlichung der Düngeranalysen.

Herr Dr. Heiden-Pommritz leitet die Frage ein mit einem Hinweis auf deren Wichtigkeit und wünscht namentlich, dass eine

Einigung darüber erzielt werde, auf welche Bestandtheile bei der Analyse der künstlichen Düngemittel, resp. bei der Veröffentlichung der Resultate Rücksicht genommen werden soll.

Neben der Ermittelung der eigentlichen Werthbestandtheile empfiehlt Redner noch die Bestimmung des Wassergehalts, sowie des Gehalts an Asche und Sand, wenn nicht in allen Fällen, so doch in weiterem Umfange, als bisher meist üblich, vorzunehmen, weil dadurch oft wesentliche Anhaltspunkte für Beurtheilung der Natur der Waare geliefert werden. Insbesondere wird die Wichtigkeit der Wasserbestimmung bei Streitfragen, bei Differenzen verschiedener Analytiker hervorgehoben. — Die Ermittelung des Gehaltes an Sand (resp. an in Säuren unlöslicher Mineralsubstanz) gewährt nicht selten Aufschluss darüber, ob man es mit echter oder verfälschter Waare zu thun hat, ob die garantirten Bestandtheile auch wirklich in der gewährleisteten Form zugegen sind. Beispielsweise führt Redner an, dass eine Beimengung von Phosphorit im Knochenmehl sich durch Behandeln mit verdünnter Salzsäure (welche zunächst nur die Knochenmehlasche löst) leicht nachweisen lasse.

Herr Dr. Brunner-Pommritz giebt zu, dass die von Herrn Dr. Heiden befürworteten analytischen Bestimmungen in besonderen Fällen und namentlich bei Streitfragen allerdings angezeigt, ja oft unentbehrlich seien, wünscht dieselben jedoch auch auf diese besonderen Fälle beschränkt zu wissen, um nicht die ohnehin schon sehr in Anspruch genommenen Versuchs-Stationen noch mehr mit Arbeit zu überladen.

Herr Prof. Nessler ist geneigt, den betreffenden Bestimmungen einen allgemeineren Werth beizulegen, indem er hervorhebt, dass beispielsweise die Knochen, auch abgesehen von Verfälschungen, hinsichtlich ihrer Zusammensetzung nicht unbedeutenden Schwankungen unterliegen. — Redner hat zunächst die Wasserbestimmung im Auge und wünscht, dass ein Uebereinkommen über die zweckmässigste Wasserbestimmung bei Superphosphaten getroffen werde, für welchen Zweck derselbe einen Zusatz von gebrannter Magnesia in Vorschlag bringt.

Herr Dr. Wolf-Chemnitz ist der Ansicht, es sei weniger die Wasserbestimmung, als die Ermittelung des Gehalts an Sand

und Asche von besonderer Wichtigkeit, sobald es sich darum handle, zu constatiren, ob ein Präparat wirklich das sei, wofür es ausgegeben wird (Hinweis auf Knochenmehl, Fischguano etc.). Auch seien diese Bestimmungen nebenher ohne grossen Zeitaufwand auszuführen, da der Ermittelung der Phosphorsäure doch die Veraschung in der Regel vorhergehen müsse.

Herr Dr. Heiden verspricht sich von der Wasserbestimmung in gewissen Fällen werthvolle Rückschlüsse in Bezug auf Aufbewahrung, Transport etc.

Herr Dr. von Gruber-Eldena wünscht die Bestimmung der den Werth nicht modificirenden Bestandtheile auf die Fälle unbedingter Nothwendigkeit beschränkt zu sehen. Seiner Erfahrung zufolge ist behufs der Phosphorsäurebestimmung im Knochenmehl etc. ein vorgängiges Veraschen nicht erforderlich, wogegen Herr Dr. Wolf-Chemnitz die Ansicht geltend macht, es müsse die organische Substanz das Beobachten der Endreaction unsicher machen.

Herr Dr. Heidepriem-Coethen theilt im Anschluss an diese Erörterungen mit, dass es fehlerhaft sei, bei der Analyse von Knochenkohle diese in der aufzufüllenden sauren Flüssigkeit zu belassen, es sei vielmehr nothwendig, die Knochenkohle auszuwaschen.

Nachdem der Vorsitzende daran erinnert, dass die Debatte sich von der eigentlich vorliegenden Frage zu entfernen droht, wird letztere wieder aufgenommen und zwar macht

Herr Prof. A. Müller den Vorschlag: »Bei der Veröffentlichung der Analysen sind in ersterer Linie die entfernteren Bestandtheile zu berücksichtigen; daneben aber vorkommenden Falls die näheren Bestandtheile mit anzuführen.«

Die überwiegende Mehrheit der anwesenden Agriculturchemiker erklärt sich mit dieser Fassung einverstanden.

Eine sehr lebhafte Debatte — unter der Betheiligung der Herren Dr. von Gruber, Prof. A. Müller, Dr. Wolf-Chemnitz, Prof. Nessler, Prof. von Gohren, Dr. Beyer, Dr. H. Schultze, Dr. G. Kühn — drehte sich um die Frage, auf welche Weise die vereinzelten Erfahrungen bezüglich der ana-

lytischen Methoden am zweckmässigsten zur Geltung zu bringen seien.

Der Vorschlag des Herrn Dr. von Gruber lautete auf Ernennung einer Commission zur Prüfung der verschiedenen Methoden, während Herr Prof. A. Müller die Ansicht vertrat, jeder Einzelne möge seine bezüglichen Erfahrungen und Beobachtungen in der »Zeitschrift für analytische Chemie« oder den »Landw. Versuchs-Stationen« niederlegen.

Herr Prof. von Gohren befürwortet vergleichende Methodenprüfung, und die Mehrheit der Anwesenden schliesst sich dem Ausdruck des Wunsches an, dass ein Jeder. soweit ihm Gelegenheit dazu geboten ist, sich an diesen Bestrebungen betheiligen und seine Erfahrungen in geeigneter Weise zur Mittheilung bringen möge.

Nachdem Herr Prof. Nobbe an die Einladungen der Herren Professoren Fleck und Stein zur Besichtigung ihrer Laboratorien erinnert und die Abfahrtszeit der Bahnzüge nach Tharand und Pommritz mitgetheilt, erklärt bei vorgerückter Zeit der Vorsitzende, Herr Dr. Hofmeister, die VII. Wanderversammlung deutscher Agriculturchemiker für geschlossen.

Herr Prof. von Gohren ergriff hierauf das Wort, um im Namen der Versammlung dem Präsidium für seine Mühwaltung zu danken und wurde diesem Dank seitens der Versammlung durch Erheben von den Sitzen Ausdruck verliehen.

Zur Beglaubigung:
Dr. J. Schroeder. **Dr. U. Kreusler.**

Anhang.

I. Beobachtungen über Hippursäure-Bildung im Pflanzenfresser-Harn.

Referent: Dr. Hofmeister-Dresden.

Seit Beginn der Arbeiten hiesiger Versuchs-Station über die Ernährung landwirthschaftlicher Hausthiere wurde dem Auftreten der Hippursäure im Harn der Pflanzenfresser die schuldige Aufmerksamkeit geschenkt.

Diese Säure findet sich reichlich im Harn der Grasfresser, spärlicher im Menschenharn.

Da die Hippursäure eine Verbindung der Benzoësäure mit Glycocoll ist und das physiologische Experiment längst bewiesen hat, dass nach Eintreten der Benzoësäure in den thierischen Organismus jedesmal Hippursäure im Harn auftritt, auch im Menschenharn, so liegt die Vermuthung nahe, dass, weil gerade die Grasfresser grosse Mengen von Hippursäure durch den Harn ausscheiden, im Grase ein Stoff enthalten sei, der entweder geradezu Benzoësäure selbst oder doch eine dieser verwandte chemische Verbindung, die als Muttersubstanz der Hippursäure anzusprechen sei. Alle in dieser Beziehung gemachten Beobachtungen deuteten darauf hin: auch unsere Fütterungsversuche, mit Schafen angestellt, berechtigten zu dieser Annahme.

Bei ausschliesslicher Wiesenheufütterung wurde die meiste Hippursäure ausgeschieden; je weniger Wiesenheu und je mehr Beifutter in Gestalt von Hafer, Kartoffeln, Rüben gefüttert wurde, in demselben Grade nahm die Hippursäure-Ausscheidung ab. — Bei Fütterungsversuchen mit Pferden, ebenfalls hierorts angestellt, konnten die Resultate beziehentlich des Auftretens der Hippursäure im Pferdeharn dahin gedeutet werden, dass die Hippursäure-Bildung stärker oder schwächer vor sich gehe, je nachdem mehr oder weniger Pflanzenfaser, d. h. Rohfaser verdaut wird (jenes Product, welches zurückbleibt, wenn man Futterstoffe mit Wasser, Alkohol, Aether, Säuren, Alkalien successive extrahirt), unabhängig davon, ob Wiesenheu allein, oder dieses mit einem Beifutter verfüttert wird.

Die Annahme einer Abhängigkeit der Hippursäure-Bildung von der Rohfaser-Verdauung gewann ausserordentlich durch die im Jahre 1866 von Meissner veröffentlichten Untersuchungen über den Ursprung der Hippursäure im Harn der Pflanzenfresser.

Diese Untersuchung weist nach, dass der Kaninchen-Harn keine Hippursäure bei Fütterung von Mohrrüben enthält; wurde diesen Rüben aber die aus Wiesengras, Wiesenheu oder Kleie nach Henneberg und Stohmann's Verfahren dargestellte Rohfaser beigemengt und gefüttert, so erschien bei wiederholten Versuchen jedesmal sehr viel Hippursäure darnach im Harn; sie verschwand wieder bei Hinweglassung dieses Präparates und wieder eintretender ausschliesslicher Rübenfütterung. Meissner schliesst daraus:

1) dass die Kaninchen von dem für alle gewöhnlichen Lösungsmittel völlig unlöslichen Pflanzengewebe, d. i. von den Substanzen, aus welchen die unlöslichen Theile der Pflanzenzellwände bestehen, einen Theil verdauen, also in ihrem Darm löslich machen und resorbiren;
2) dass unter diesem verdauten Theile eine oder geradezu die Substanz enthalten ist, von deren Aufnahme und Eingehen in den Stoffwechsel die Bildung der Hippursäure abhängig ist.

Diese gefütterte Rohfaser aus Gras, Heu, Kleie besteht, abgesehen von einem kleinen Gehalte an Mineralbestandtheilen, aus Cellulose und sogenannten incrustirenden Substanzen oder eines Theiles derselben. Der Verfasser weist nun weiter nach, dass die Cellulose und von den incrustirenden Substanzen die als Intercellularsubstanzen zu betrachtende Lignin-Korksubstanz und Pektose zur Hippursäure-Bildung beziehungslos, dass nur eine Substanz übrig bleibe, welche hier in Frage kommen könne, d. i. die Cuticularsubstanz.

Unter dieser Cuticularsubstanz sei zu verstehen die von Mohl als »Cuticularschichten der Epidermis« bezeichnete, welche in kaustischem Kali unlöslich, die ganze der Luft ausgesetzte Oberfläche der höheren Pflanzen überziehen, an den unterirdischen Theilen fehlen.

Diese Cuticularsubstanz war mikrochemisch nachweisbar stets in der gefütterten Rohfaser vorhanden: diese Cuticularsubstanz, schliesst der Verfasser, ist es also in jener Rohfaser der Gräser, nach deren Genuss Kaninchen viel Hippursäure ausscheiden.

Diese Annahme bestätigte sich (um nur einige Beispiele anzuführen), sobald das Kraut der Rüben gefüttert wurde: Kaninchen scheiden alsdann reichlich Hippursäure aus; sie scheiden aber keine aus, sobald man ihnen den unterirdischen Theil der Rüben, die reifen Wurzeln giebt.

Sie bestätigte sich bei Fütterung von Aepfelschalen und umgekehrt, dem Fleische der Aepfel, bei Fütterung von abgeschälter Oberhaut des Stengels und des Stammtheiles von Cactus alatus u. s. w.

Sie bestätigte sich nicht, als man in dieser Art abgeschälte Oberhaut von Blattstiel und Schaft und alsdann die Blätter und Stiele selbst der Brassica-Arten verfütterte: Braunkohl, Rothkohl, Weisskohl, Savoyekohl; niemals schieden dabei Kaninchen Hippursäure aus.

Kolbe beobachtete, dass der frische Harn der Kühe, welcher auf Zusatz von Salzsäure eine reichliche Menge Hippursäure ausgegeben hatte, plötzlich aufhörte bei gleicher Behandlung Hippursäure zu liefern. Darüber angestellte Nachfrage ergab, dass von eben diesem Tage an die Kühe nicht mehr, wie zuvor, mit Gras, sondern mit Klee gefüttert waren. Henneberg und Stohmann fütterten nahe zwei Monate hindurch Ochsen mit Kleeheu und Tag für Tag konnten sie nur Spuren der Hippursäure im Harn nachweisen. Die vorhergehende Wiesenheufütterung mit denselben Thieren hatte reichliche Mengen von Hippursäure geliefert.

Cuticularsubstanz überzieht aber die Epidermis der oberirdischen Stengel und Blätter des Klees so gut, wie die der Gräser; bei Kleeheufütterung wie bei Wiesenheufütterung gelangt die Rohfaser zu einer so ansehnlichen Grösse der Verdauung, dass unter der Voraussetzung, dass mit jener Rohfaser auch die ihr anhaftende Cuticularsubstanz verdaut werde, diese aber der Mutterstoff der Hippursäure sei, absolut nicht einzusehen ist, warum einestheils bei Gras und Wiesenheufutter so grosse Mengen von Hippursäure gebildet werden, und anderntheils bei Klee und Kleeheufutter nur Spuren davon.

Die Frage über den Ursprung der Hippursäure kann man nach diesem nicht als erledigt ansehen, im Gegentheil kann man — nach dem Resultat der Wiesenheu- und Kleeheufütterung — immer noch mit Kolbe annehmen, dass im Wiesengras chemische Substanzen enthalten sind, die in andern Kräutern fehlen, und welche das Material zur Hippursäure-Bildung abgeben.

In Folge hiervon sollte nun dieser Gegenstand zum Versuchsobjecte unserer Fütterungsversuche gemacht werden.

Es wurde bestimmt, dass mit Schafen operirt, und dass Kleeheu die Basis für das Futter der weitern Versuche bilden solle. Kleeheu, in genügender Menge verabreicht, deckt den Nährstoffbedarf der Schafe ausreichend, sie können dabei ohne jegliches Beifutter sehr gut bestehen.

Wird nun diesem Kleeheu — von diesem Gesichtspunkte ging man aus — irgend welches Futter, irgend welche Substanz oder chemisches Präparat beigefüttert, so muss, da das Kleeheu zur Hippursäure-Bildung beziehungslos, aus der veränderten oder auch nicht veränderten Beschaffenheit des bei diesem Futter gesammelten Harns, beziehentlich seines Hippursäure-Gehaltes: also aus dem vermehrten oder verminderten Auftreten oder dem gänzlichen Ausbleiben der Hippursäure sich ergeben, ob in dem beigefütterten Stoffe das Material zur Hippursäure-Bildung enthalten sei oder nicht; in den dabei beobachteten Erscheinungen selbst lag der Weg zu weiteren Untersuchungen angezeigt.

Ehe man mit Versuchen in dieser Weise beginnen konnte, war zunächst zu prüfen:

1) ob die anzuwendende Bestimmungsmethode der Hippursäure im Schafharn hinreichend genaue Resultate liefere;
2) ob der Schafharn, wie der Rinderharn, bei Futter von Kleeheu nur Spuren von Hippursäure enthalte;
3) ob die Fütterung von Kleeheu und somit die Gegenwart seiner Bestandtheile im thierischen Organismus der Hippursäure-Bildung bei Hinzufütterung von bekannten Hippursäure-Bildnern nicht hinderlich sei.

Die zur Bestimmung der Hippursäure angewandte Methode, dieselbe, welche auch Henneberg, Stohmann, G. Kühn zu denselben Zwecken benutzten, ist hinreichend genau, um die im Grasfresserharn nicht in verschwindend kleinen, sondern in grösseren Mengen und nach Grammen wägbare Hippursäure zu ermitteln; sie liefert nicht nur aus abgemessenen oder abgewogenen gleichen Portionen ein und desselben Harns, auf gleiche Weise behandelt, sehr gut übereinstimmende Mengen der Hippursäure, sondern die Resultate stimmen auch dann noch gut überein, wenn gänzlich verschiedene Portionen ein und desselben Harns dazu benutzt werden: 500 Grm. Harn liefern den Procenten nach nicht mehr Hippursäure als 50 Grm. Harn und es lassen sich hieraus mit genügender Genauigkeit die von den Thieren in 24 Stunden ausgeschiedenen Hippursäure-Mengen berechnen, wenn man es nicht unter Umständen vorzieht, den gesammten innerhalb 24 Stunden ausgeschiedenen Harn auf Hippursäure zu verarbeiten.

Bei Kleeheufutter fehlt auch im Schafharn die Hippursäure fast gänzlich: der Contrast zwischen Wiesenheuharn und Kleeheuharn ist in dieser Beziehung so augenfällig, dass selbst der Laie sofort den Unterschied bemerkt. Aus dem auf sein halbes Maass eingeengten Wiesenheuharn scheiden sich auf Zusatz von Salzsäure Krystalle der Hippursäure sofort und in Masse aus, nicht so aus dem auf gleiche Weise behandelten Kleeheuharn. Derselbe kann tagelang in Eiswasser stehen, ehe einzelne Krystalle der Hippursäure sichtbar werden, niemals fehlt aber die Hippursäure gänzlich; unter dem Mikroskope lässt sie sich leicht nachweisen und wenn man geduldig wartet, gelingt es meist auch, wägbare Mengen von Hippursäure bei Kleeheufutter nach derselben Methode zu gewinnen.

Bei Futter von 4,0 Pfd. Kleeheu pro Tag für zwei Thiere betragen die innerhalb 24 Stunden ausgeschiedenen Hippursäure-Mengen 1 Grm. bis höchstens 6 Grm., im Durchschnitt vieler Bestimmungen lässt sich bei täglich 4,0 Pfd. Kleeheuaufnahme eine tägliche Ausfuhr von 5,3 Grm. Hippursäure annehmen.

Bei Futter von 4,0 Pfd. Wiesenheu pro Tag für zwei Thiere beträgt die tägliche durch den Harn ausgeschiedene Hippursäure fast constant 30 Grm. Diese Menge ist nicht sowohl ihrer Grösse nach gegenüber der von Kleeheuharn, sondern auch ihrer fast unverändert gleichbleibenden Menge nach so auffallend, dass ich mir die Frage stellte: wenn in 24stündigem Schafharn bei täglicher Aufnahme von 4,0 Pfd. (2000 Grm.) Wiesenheu 30 Grm. Hippursäure ausgeschieden werden, wie viel Hippursäure kann dann wohl der 24stündige Rinderharn enthalten, bei täglicher Aufnahme von 20 Pfd. (10,000 Grm.) Wiesenheu? Die Rechnung ergiebt = 150 Grm., und in der That finden wir nach Henneberg und Stohmann's Untersuchungen über die bei Aufnahme des Rindes von täglich 20 Pfd. Wiesenheu[1]) im 24stündigen Rinderharn ausgeschiedene Hippursäure an einem Tage sogar fast absolut mit der gestellten Rechnung übereinstimmende Mengen ausgeschiedener Hippursäure, nämlich = 149 $^1/_2$ Grm., an anderen Tagen, bei geringerer Wiesenheuverzehrung, allerdings weniger gut mit der Rechnung übereinstimmende Mengen, aber immerhin doch nicht allzuweit abweichende.

Bei Hinzufütterung von 1,0 Pfd. Wiesenheu zu 3,00 Pfd. Kleeheu wurden innerhalb 24 Stunden 12 Grm. Hippursäure ausgeschieden; rechnen wir ca. 4 Grm. davon, als bei 3,00 Pfd. Kleeheufutter überhaupt sich bildend, so würden ca. 8 Grm. auf 1 Pfd. Wiesenheu zu rechnen sein, wiederum in Uebereinstimmung mit der gemachten Beobachtung, dass bei Aufnahme von viermal mehr Wiesenheu auch viermal mehr Hippursäure sich bildete.

Zu 4,00 Pfd. Kleeheu wurden 14 Tage hindurch täglich 7,2 Grm. Benzoësäure gefüttert. Diese Benzoësäure wurde in Form von Pillen den Thieren verabreicht, und zwar wurde Morgens 8 Uhr die erste Hälfte gegeben, Nachmittags 4 Uhr die zweite Hälfte.

Der Rechnung nach geben 7,2 Grm. Benzoësäure = 11,6 Grm. Hippursäure, der 24stündige Harn enthielt 18,3 Grm. Hippursäure, 5,3 Grm. davon sind zu rechnen als bei 4,00 Pfd. Kleeheu überhaupt sich bildend; darnach bleiben 13 Grm. Hippursäure der Benzoësäure entstammend: das sind 1 $^1/_2$ Grm. mehr, als die Rechnung verlangt. Weitere Untersuchungen in dieser Beziehung lieferten stets eine etwas grössere Menge Hippursäure als der Theorie nach aus der gegebenen Menge Benzoësäure sich hätte bilden können. Dieser Ueberschuss darf nicht überraschen, er spricht vielmehr für die Sicherheit der Bestimmungsmethode der Hippursäure, da wir nicht die reine Hippursäure, sondern nur die rohe Hippursäure bestimmen und die der rohen Hippursäure anhaftenden fremdartigen Substanzen, welche sich

---

[1]) Genau 20,68 Pfd. Wiesenheu, 2,2 Pfd. Bohnenschrot (Henneberg und Stohmann, Beiträge etc., 2. Heft, S. 107).

schon durch die Farbe der Krystalle markiren (reine Hippursäure sieht weiss aus, die rohe ist von rothbrauner Farbe), veranlassen, dass das Gewicht der analysirten Hippursäure höher ausfällt, als die Rechnung verlangt.

Die Untersuchung hat sonach ergeben, dass die Gegenwart von Kleeheu dem Entstehen der Hippursäure bei Einführung von bekannten Hippursäure-Bildnern in den thierischen Organismus nicht hinderlich ist, und der Verlauf der Untersuchung hat diese Beobachtung vielfach bestätigt.

Es ging demnach an, den Versuchsplan in der projectirten Weise auszuführen: da aber bei Wiesenheufutter in allen Vorversuchen eine so mächtige Ausscheidung der Hippursäure erfolgte, so lief der Versuchsplan dahin hinaus, die Bestandtheile des Wiesenheues möglichst von einander zu trennen, die entstandenen Producte aus Heu getrennt von einander dem Kleeheu beizufüttern und die Erfolge beziehentlich der Ausscheidung der Hippursäure abzuwarten. Konnte auch die Scheidung der Bestandtheile des Wiesenheues von einander bei der massenhaften Verarbeitung desselben (und grosse Mengen mussten dazu verarbeitet werden, wenn mit Schafen operirt werden und der Erfolg nicht zweifelhaft bleiben sollte) nur in ziemlich grober Weise geschehen; immerhin konnten bei Fütterung der einen oder anderen so gewonnenen Gruppe der Bestandtheile des Heues auffallende Erscheinungen beziehentlich vermehrter Hippursäure-Ausscheidungen eintreten; der chemischen Analyse blieb es dann vorbehalten, in dieser Gruppe der Substanz nachzuforschen, welche als Muttersubstanz der Hippursäure sich gerirt.

Zunächst wurden 80 Pfd. Wiesenheu mit Wasser in grossen Destillirapparaten unter gespanntem Wasserdampfdrucke ausgekocht, das dabei entstehende Destillat der flüchtigen Stoffe des Heues wurde besonders aufgefangen, das Wasserdecoct wurde auf Wasserbad eingedampft bis zur Lufttrockene, die Rückstände des Heues wurden gleichfalls lufttrocken gemacht. Aus dem aufgefangenen Destillat gewann ich durch Cohibiren und Schütteln mit Aether und Abdestilliren dieses 17 Grm. einer dicklichen, öligen, gelben, ausserordentlich aromatisch riechenden Flüssigkeit, von sehr brennendem Geschmacke, saurer Reaction, mit Kali geschmolzen zeigte dieselbe deutliche Salicyligesäure-Reaction. Die Menge des Destillats erschien nicht gross genug, um beiden Versuchsthieren davon zu geben: in Form einer Emulsion erhielt deshalb nur das eine Thier esslöffelweise in einem Zeitraume von 8 Stunden dieses ganze Destillationsproduct. Der Harn dieses Thieres zeigte nur etwas stärkeren aromatischen Geruch. Salicyligesäure-Reaction trat hier so gut auf, wie bei dem anderen Thiere, das nur Kleeheu und kein Destillat erhalten; Hippursäure-Ausscheidung war sogar bei dem mit Destillat gespeisten

Thiere schwächer als bei dem anderen, die ausgeschiedene Hippursäure in dem Harn beider Thiere der Menge nach aber überhaupt durchaus nicht abweichend von den bei reinem Kleeheufutter früher beobachteten Mengen = 3,895 Grm.

Das lufttrockene Wasserextract des Wiesenheues betrug 8,3 Pfd. Je 205 Grm. davon, nach der Darstellungsweise entsprechend 4,00 Pfd. Wiesenheu, wurden täglich in Form von 8 Pillen zu 4,00 Pfd. Kleeheufutter so lange gegeben, bis der ganze Extract verbraucht war. Eine Vermehrung der Hippursäure-Ausscheidung erfolgte nicht darnach.

Aus demselben Wiesenheu, aber nur aus 30 Pfd., hatte ich mir sowohl das Destillat als das Wasserextract bereitet. Das Destillat betrug nur etwa ein Liqueurgläschen voll; nach Einnahme desselben empfand ich nur starkes Brennen im Schlunde, sonst keine besondere Wirkung. Der unmittelbar und etwa eine Stunde darnach gelassene Harn roch auffallend aromatisch, dann verschwand dieser Geruch; im 24stündigen Harn fand ich keine Hippursäure.

Von dem Wasserextract hatte ich grössere Mengen, beinahe 2 Pfd., erhalten. 150—100 Grm., in Wasser gerührt, konnte ich nicht vertragen, die heftigste Diarrhöe stellte sich darnach ein; auf Oblate gestrichen konnte ich dagegen täglich 80—100 Grm. des Extracts ohne Gesundheitsstörungen aufnehmen. 5 Tage lang habe ich täglich nur 11 Loth Semmel genossen, dazu täglich 80—100 Grm. des Extracts auf Oblate (Fleischkost vermied ich, um die Ausscheidung der Harnsäure zu schwächen). Der gesammte Harn von je 24 Stunden innerhalb der Versuchszeit wurde auf Hippursäure verarbeitet: ich habe nicht einen Hippursäure-Krystall erhalten, während ich nach Einnahme von nur 2 Grm. Benzoësäure 1,8 Grm. Hippursäure von früh $8^1/_2$ bis Nachmittag 2 Uhr mit Leichtigkeit gewann. (Verschiedene an diesem Tage gemachte Nebenbeobachtungen mit demselben Harn haben es bedingt, dass ich nicht die ganze der Benzoësäure entstammende Hippursäure-Menge wiederfinden konnte.)

Nach der Wasserextraction des Wiesenheues restirten 60 Pfd. lufttrockene Wiesenheu-Rückstände. Diese wurden den Thieren schliesslich ohne jedes Beifutter, nachdem denselben vom Kleeheu täglich mehr und mehr entzogen worden, gefüttert. Der 24stündige Harn lieferte in zwei, je 8 Tage andauernden und in ganz gleicher Weise durchgeführten Versuchsreihen, durchschnittlich täglich das eine Mal 14,630 Grm., das andere Mal 14,685 Grm. Hippursäure.

Bei reinem Wiesenheufutter hatte sich, wie wir sahen, im Schafharn täglich 30 Grm. Hippursäure gebildet; bei Fütterung dieser Rückstände nur rund 15 Grm., das wäre genau die Hälfte, und für den ersten Augenblick gewann es allerdings den Anschein, als ob durch die Abkochung, resp. Destillation des Heues die Hälfte seiner

Hippursäure bildenden Substanz verloren gegangen sei, bei näherer Einsicht scheint mir das aber nicht der Fall. Von diesen Rückständen hatten die Thiere täglich nur 2,0 Pfd., höchstens 2,3 Pfd. verzehrt, also nicht 4,00 Pfd., wie vom unveränderten Wiesenheu; wenn bei der Hälfte der Aufnahme an Wiesenheu-Rückstand darnach auch nur die Hälfte, also nur 15 Grm. Hippursäure ausgeschieden wurden, so hat dies etwas Auffallendes nicht mehr.

Es wurde nun weiter 1 Centner Wiesenheu zunächst wieder mit Wasser extrahirt, der Wasserextract aber nicht weiter berücksichtigt. Hierauf folgte die Extraction des 90 Pfd. lufttrocken gewogenen Rückstandes mit heissem Alkohol. Der Alkohol wurde vom gewonnenen Extract abdestillirt, es restirten alsdann 7,50 Pfd. alkoholisches lufttrockenes Extract. Der Rückstand vom Alkoholauszug, lufttrocken gewogen, betrug 70 Pfd., wurde mit 3 Proc. Natronlauge kochend heiss extrahirt. Der Natronauszug nebst den Auswaschwässern betrug 300 Quart.

150 Quart wurden mit Salzsäure schwach angesäuert, der entstehende Niederschlag absetzen gelassen. Die überstehende Flüssigkeit abgehoben und für sich eingedampft lieferte 11,0 Pfd. lufttrockenen Rückstand, der lufttrocken gemachte Niederschlag wog 7,00 Pfd.

150 Quart wurden unverändert eingedickt, die lufttrockene Masse wog 11,0 Pfd.

Die Heurückstände wurden nach der Behandlung mit Natronlauge sorgfältig ausgewaschen und lufttrocken gemacht, ihr Gewicht betrug 46,5 Pfd.

Ich habe nun zunächst zu erwähnen, dass wir nicht sofort zur Verfütterung dieser Producte aus Wiesenheu schreiten konnten; unser reines Kleeheu, mit welchem wir vorher operirt hatten, war zu Ende gegangen und wir konnten damals, Anfang des Sommers, nur Kleeheu vom ersten Schnitt auftreiben, dieses war aber stets untermengt mit Gräsern. Die Fütterungsversuche damit ergaben sofort eine erhöhte Hippursäure-Ausscheidung von täglich 10, 11 bis 14 Grm.; es war nicht möglich, diese Gräser mechanisch vom Klee zu trennen, deshalb mussten wir bis zum August warten, bis Kleeheu vom zweiten Schnitt zu erlangen war. Dieses besass die erforderliche Reinheit, nach Fütterung desselben verschwand die Hippursäure sofort aus dem Harn bis auf die bei reinem Kleeheufutter überhaupt beobachteten kleinen Mengen.

Jetzt erst konnte die Beifütterung der verschiedenen Extracte aus Wiesenheu erfolgen. Bei der Aufstellung der Resultate kann ich mich beziehendlich der Natronauszüge kurz fassen. Trotzdem, dass diese Extracte lange Zeit hindurch wieder in Form von Pillen, sonst unverändert, wie sie dargestellt (nur der direct eingedampfte Natron-

auszug wurde vor dem Füttern mit Salzsäure vollständig neutralisirt), und in sehr grossen Mengen verfüttert wurden, erfolgte doch niemals eine erhöhte Hippursäure-Ausscheidung nach Fütterung der Natronauszüge. Nur nach Fütterung des Alkohol-Extracts, täglich 300 Grm., stieg die Hippursäure-Ausfuhr bis auf 10 Grm., im höchsten Falle auf 15 und 16 Grm. täglich.

Beachtenswerth erscheint dieser Fall sicher, obgleich die vermehrte Ausscheidung in keinem Verhältniss zu der erwarteten Menge steht. Die tägliche Aufnahme von 300 Grm. Alkohol-Extract würde nach der Darstellungsweise 8,00 Pfd. Wiesenheu entsprechen, darnach hätten sich, unseren früheren Beobachtungen zufolge, etwa 60 Grm. Hippursäure bilden sollen, nach Abzug der bei 4,00 Pfd. Kleeheu beobachteten täglichen Ausfuhr von 5,0 Grm. Hippursäure beläuft sich die vermehrte Ausscheidung derselben auf 5—10 Grm. Hieraus erhellt zugleich, in welcher geringen Menge die Muttersubstanz der Hippursäure im Alkohol-Extract enthalten sein kann (wenn sie überhaupt darin enthalten ist) und welche unendliche Schwierigkeiten der weiteren chemischen Analyse entgegenstehen, diese geringen Mengen aufzufinden. Vorläufig ist es mir wenigstens nicht gelungen, im Alkohol-Extract eine Substanz auch nur spurenweise aufzufinden, die Aehnlichkeit mit der Benzoësäure oder der Chinasäure (nach deren Genusse auch Hippursäure im Harn gefunden wird) besessen hätte.

Schliesslich verfütterte ich die trockenen Heurückstände. Ich beabsichtigte dieselben wieder ganz ohne Beimischung zu füttern, die Thiere gingen aber schwer an die Aufnahme derselben, obgleich ein besonderer Geschmack und Geruch ihnen nicht anhaftete. Damit eine bessere Aufnahme erzielt werde, legte ich täglich 4,00 Pfd. geschälte Kartoffeln vor, und so gelang es, den Thieren täglich im Durchschnitt sogar bis zu 2,87 Pfd. Rückstand ohne Kleeheubeimischung beizubringen. Ich habe den Versuch in dieser Weise zweimal wiederholt, jeder Versuch hat 8 Tage gedauert, in welcher Zeit nur Heurückstände mit geschälten Kartoffeln verzehrt wurden. Die Hippursäure-Ausscheidung blieb dabei auf Null stehen, es war mir nicht einmal möglich, kleine wägbare Mengen von Hippursäure nach der bekannten Methode zu gewinnen, wie mir dies immer bei Kleeheufutter möglich gewesen.

Unmittelbar nach diesem Versuche wurden den Thieren 4,00 Pfd. Wiesenheu mit 4,00 Pfd. geschälten Kartoffeln vorgelegt. Die Hippursäure erschien sofort wieder. Aus dem 24stündigen Harn der Thiere schieden sich bei diesem Futter täglich durchschnittlich 30,575 Proc. Hippursäure aus. Die geschälten Kartoffeln hatten demnach weder hindernd noch fördernd auf die Hippursäure-Ausscheidung gewirkt, was aber zu beweisen die Hauptsache war.

Der Organismus der Thiere hatte unter den vorhergegangenen verschiedenen eigenthümlichen Fütterungsweisen nicht gelitten, er war fähig geblieben, Hippursäure zu bilden, sofern ihm nur die Substanz einverleibt wurde, aus welcher die Hippursäure entsteht.

Diese nach Fütterung der Wiesenheurückstände mitgetheilten negativen Resultate über die Hippursäure-Bildung stehen in directem Widerspruch mit Meissner's Beobachtungen. Diese Heurückstände enthalten jene Rohfaser, nach deren Genuss Meissner bei den Kaninchen jedesmal vermehrte Hippursäure-Ausscheidung beobachtete, und als deren Muttersubstanz Meissner die eben dieser gefütterten Rohfaser anhaftende Cuticularsubstanz bezeichnet.

Möglich ist es nun, dass die verschiedenen Untersuchungsmethoden selbst zu den beobachteten Widersprüchen Veranlassung gegeben haben: Meissner hat nur in den Einzelproben des Harns die Hippursäure bestimmt und bestimmen können, nicht in der ganzen von den Kaninchen täglich innerhalb 24 Stunden ausgeschiedenen Harnmenge. Meine gerade in dieser Beziehung sehr ausführlichen Beobachtungen weisen nach, dass die nach den Einzelproben von den Thieren entnommenen Harnmengen und nach dem darin gefundenen Hippursäuregehalte ein Schluss auf eine vermehrte und veränderte Ausfuhr von Hippursäure nicht gezogen werden darf. Ich habe gefunden, dass der Harn der Schafe selbst bei reinem Kleeheufutter, wenn er zu irgend einer beliebigen Tageszeit als Einzelprobe aufgefangen wurde, einmal auffallend viel Hippursäure enthalten kann, zu anderen Zeiten dann wieder nicht einmal wägbare Mengen, Beobachtungen, die für sich genommen, auf die täglich ausgeschiedene Hippursäure-Menge übertragen, zu ganz falschen Schlüssen verleiten können.

Ich kann nicht sagen, dass diese Unterschiede mit der Verdauungszeit zusammenfallen, so zwar, dass unmittelbar nach der Futteraufnahme mehr Hippursäure ausgeschieden werde, und dann weiterhin weniger davon oder keine (während man z. B. nach Gabe einer bestimmten Menge Benzoësäure mit vieler Sicherheit die Stunde bezeichnen kann, wenn die Umsetzung derselben in Hippursäure eintritt und wenn sie vorüber), es scheint mir vielmehr, als ob nur bei Wiesenheufutter die Quelle der Hippursäure constant im Organismus wirksam vorhanden; denn hier täuschen die Einzelproben nie, sie geben immer viel Hippursäure, ganz entsprechend der dann im 24stündigen Harn ausgeschiedenen grossen Menge davon. Bei anderem Futter, also bei Kleeheu, erscheint diese Quelle in ihrer Wirkung bald ganz unterbrochen, bald auffallend stark, nur erst in der gesammten Menge des innerhalb 24 Stunden ausgeschiedenen Harns haben sich diese Unterschiede ausgeglichen; der Gehalt des

innerhalb 24 Stunden entleerten Harns an Hippursäure kann deshalb einzig und allein meines Erachtens nach darüber, ob Hippursäure vermehrt oder vermindert auftrete, entscheiden.

Von der von Meissner gefütterten Rohfaser wissen wir, nach seinen eigenen Angaben, dass dieselbe Nl. war, über die Grösse ihrer Verdaulichkeit im Verdauungskanal des Kaninchens ist nichts bekannt.

Unsere Heurückstände waren nicht Nl., sie enthielten sogar über 1 Proc. N. Bei der massenhaften Verarbeitung des Heues, die nicht einmal eine nur annähernd gleich feine Zerkleinerung der Substanz desselben zuliess, wie sie die gewöhnliche Darstellungsweise der Rohfaser verlangt, war dies nicht anders zu erwarten. Diese Rückstände gaben auch noch an heissen Alkohol, Säure und Alkali so viel der in diesen Agentien löslichen Stoffe ab, dass nach der successiven Behandlung damit nun erst die eigentliche Rohfaser restirte. Dieselbe, Nl und aschefrei, betrug 42,4 Proc. des bei 100° C. getrockneten ursprünglichen Heurückstandes.

Nach meinen Untersuchungen wurden bei Fütterung dieser Rückstände von der darin enthaltenen Rohfaser = 69,1 Proc. verdaut; dagegen war der in den verfütterten Heurückständen enthaltene Stickstoff unverdaulich.

Nach diesem Resultate, bei der enormen Höhe der Rohfaser-Verdauung und der gänzlichen Unverdaulichkeit des N fühlt man sich versucht anzunehmen, dass es an verdaulichem Futterstickstoff gefehlt habe, um mit der im Organismus löslich gewordenen Rohfaser Hippursäure zu bilden, wie man auch bei Rüben- und Kartoffelfutter dem Mangel an Futterstickstoff das Ausbleiben der Hippursäure im Harn zuschreiben könnte.

Den Futterstickstoff-, resp. Proteïngehalt als Hippursäure-Muttersubstanz zu betrachten, hat etwas so Unwahrscheinliches nicht, nachdem es Städeler gelungen, aus dem Eiweiss Benzoësäure darzustellen.

Der N der Nahrung — selbst wenn er in grosser Menge und in leicht verdaulicher Form darin enthalten ist — kann aber auch nicht, wenigstens nicht unter allen Umständen, als Vermittler der Hippursäure-Bildung angesehen werden. Dagegen würden zunächst Meissner's Untersuchungen sprechen, dessen gefütterte Rohfaser keinen N enthielt und folglich kein N verdaut sein konnte, wenn also hier nach der Rohfaser-, resp. Cuticularsubstanz-Verdauung grosse Mengen Hippursäure im Harn erschienen, so würde man zu suppliren haben, dass der zur Hippursäure-Bildung nothwendige N dem thierischen Organismus entnommen sei. — Bei Fütterung von Kleeheu mit viel und leicht verdaulichem N und hoher Verdaulichkeit der Rohfaser tritt keine Hippursäure auf, bei Fütterung von Wiesenheu unter gleichen Momenten dagegen diese in Masse. Darnach sollte man meinen,

müssten die Proteïnstoffe im Kleeheu verschieden sein von denen des Wiesenheues. Zufütterung von leicht verdaulichem N der Rapskuchen zu Kleeheu vermehrt die Hippursäure-Ausscheidung ebenfalls nicht. Diese wird auch nicht gesteigert, wenn man dem Wiesenheufutter so viel Rapskuchen einverleibt, dass der N-Gehalt dieses Futters gleichwerthig ist dem N-Gehalt des Kleeheufutters. Diese N-Zufuhr zu Wiesenheu hat nur vermehrte N-Ausfuhr durch den Harn in Form von Harnstoff zur Folge. Bei reinem Wiesenheufutter wurden täglich 11,0 Grm. Harnstoff ausgeschieden, nach Zusatz von Rapskuchen zum Futter täglich 44 Grm., während die Hippursäure-Ausscheidung in unveränderter Grösse auf täglich 30 Grm. stehen blieb.

Nach Fütterung des dem Heu gegenüber beziehendlich aller seiner Nährstoffe schwerer verdaulichen Haferstrohes wird täglich durch den Rinderharn so viel oder doch fast so viel Hippursäure ausgeschieden, als nach Wiesenheufutter, wie die Untersuchungen von Henneberg und Stohmann lehren. Damit dürfte die Annahme, unter den aromatischen Stoffen der duftenden Gräser des Wiesenheues die Träger der Hippursäure zu vermuthen, stark erschüttert werden; denn welche aromatischen Stoffe liessen sich wohl im Haferstroh vermuthen? Selbst die von mir beobachtete und früher erwähnte Thatsache, dass nach Fütterung des Alkohol-Extracts aus Wiesenheu, worin der grösste Theil der aromatischen Stoffe der Gräser enthalten sein wird, eine wenn auch nur schwache, so dennoch deutlich ausgesprochene Vermehrung der Hippursäure im Harn eintrat, braucht immerhin nicht auf dem Gehalt dieses Extracts an aromatischen Stoffen zu beruhen, man wird sie mit gleicher Berechtigung auf die Nh. Theile des Extracts beziehen können, denn der Extract ist Nh.

Meine Untersuchungen weisen nun weiter nach, dass bei für jede Versuchsreihe steigend vermehrter Haferstroh-Aufnahme von 1 Pfd., 1,8 Pfd., 2,70 Pfd. Haferstroh und bei in gleicher Weise verminderter Kleeheu-Aufnahme von 3,33 Pfd., 1,80 Pfd., 0,86 Pfd. und constant bleibender täglicher Zugabe von 4,00 Pfd. Kartoffeln mit der steigenden Rohfaser-Verdauung von 38,6 Proc. auf 48,8 Proc., die täglich ausgeschiedene Hippursäure im Schafharn von 7 Grm. auf 11,0 Grm. und auf 13 Grm. stieg, während bei Gerstenstrohfutter, in ganz gleicher Weise wie Haferstroh gefüttert, bei einer zwischen 43 und 45 Proc. liegenden Rohfaser-Verdaulichkeit keine vermehrte Hippursäure im Harn erschien; genauer gesagt, die täglich ausgeschiedenen Mengen desselben betrugen nur so viel, wie bei reinem Kleeheufutter, $3^1/_2$—5,7 Grm. pro Tag.

Von den vier grossen Nährstoffgruppen in den Futtermitteln, den Proteïnstoffen, der Rohfaser, den Fetten und den Kohlehydraten, scheinen bis jetzt die Fette und die Kohlehydrate und von diesen speciell Zucker und Stärke gänzlich beziehungs-

los zur Hippursäure. Ueber den Einfluss der Fette habe ich noch im vergangenen Jahre weitläufige Untersuchungen durchgeführt, die mich zu diesem Ausspruche berechtigen.

Die Proteïnstoffe und die Rohfaser dagegen scheinen mir, trotz der noch vielfach obwaltenden widersprechenden Erscheinungen, unter gewissen Bedingungen nicht ohne Einfluss darauf zu sein. Diese Bedingungen werden wir aber erst dann kennen lernen, wenn die Proteïnstoffe selbst näher untersucht sind, und wenn es der analytischen Chemie gelungen sein wird, nicht mehr Rohfaser, sondern Cellulose zu bestimmen.

II.

Ueber alkoholische Gährung.

Von Dr. Adolf Mayer.

Ich wollte mir erlauben, Ihnen heute von den Resultaten einiger von mir angestellten Versuche über alkoholische Gährung und Ernährung des sie veranlassenden Hefepilzes zu berichten, indem ich glaube, dass mehrere der erlangten Resultate auch ein allgemeineres Interesse bieten dürften.

Zunächst lassen Sie mich auf die schon früher erlangten Resultate einen Rückblick werfen.

Ich möchte zunächst daran erinnern, welche innige Beziehung zwischen Wachsthum des Hefepilzes und Gährung allen bis dahin angestellten Versuchen nach besteht, also dass die Ernährungsbedingungen des ersteren durch Beobachtung der Gährungsintensitäten bis zu einem gewissen Grade festgestellt werden können. Hieraus wurde nämlich in meinen Ernährungsversuchen Nutzen gezogen.

Diese hatten einmal die Feststellung des Aschenbedürfnisses im Auge, und zwar bietet dieser Gegenstand ein hohes Interesse dar auch für die Ernährung der höheren Gewächse, da die Unentbehrlichkeit eines Bestandtheils vernunftgemäss dessen Beziehung zu einer nothwendigen physiologischen Function bedeutet, diese aber für verschiedene Pflanzengruppen verschiedene sind. Es ist deshalb einleuchtend, welches Interesse das Studium eines in seinen Functionen sehr einfachen Organismus in dieser Beziehung haben muss.

Der endgültigen Feststellung des Aschenbedürfnisses des Hefepilzes standen einige schon früher von mir betonte Schwierigkeiten im Wege. Dieselben bestanden darin, dass diejenigen stickstoffhaltigen Nährstoffe des Hefepilzes, welche zur Zeit bekannt sind

und aschenfrei hergestellt werden können, keine sehr üppige Ernährung desselben ermöglichen, und es so in vielen Fällen zweifelhaft bleiben muss, ob ein beobachteter mässiger Erfolg diesem Umstande oder einer ungenügenden mineralischen Ernährung zuzuschreiben ist.

Als Resultate dahin gerichteter Untersuchungen können etwa bezeichnet werden, dass Kali, Magnesia, Phosphorsäure unentbehrliche Nährstoffe des Hefepilzes sind, während für Schwefel und Kalk die Sache noch mehr oder minder zweifelhaft ist. Für Schwefel genügen jedenfalls die geringen Mengen, welche im reinsten Zucker, unbekannt in welcher Form, vorhanden sind, und ist die Schwefelsäure augenscheinlich als solche (oder vielmehr als Salz) nicht ein Nährstoff des Hefepilzes, da ein Zusatz von Chlorbaryum nicht die Gährung beeinträchtigt. Natron und Eisen können vom Hefepilz ohne Schaden entbehrt werden.

Sodann habe ich mich mit der Feststellung des Stickstoffbedarfes des Hefepilzes beschäftigt und namentlich neuerdings einige Resultate in dieser Richtung erhalten, welche noch nirgends veröffentlicht worden sind. Frühere Resultate lassen sich ungefähr dahin zusammenfassen, dass Ammoniaksalze und organische sauerstoffreiche Verbindungen, welche leicht Ammoniak entstehen lassen oder demselben in der Constitution nahe stehen, ziemlich gute stickstoffhaltige Nahrungsmittel des Hefepilzes sind, während sowohl Proteïnstoffe, als auch salpetersaure sowie Hydroxylaminsalze in dieser Beziehung wenig oder Nichts zu leisten vermochten. Als ein sehr auffallendes Resultat erschien damals, dass Pepsin sich als weitaus bestes stickstoffhaltiges Nahrungsmittel des Hefepilzes erwies, und stand diese Thatsache anfangs ganz zusammenhangslos da. Doch wurde gleich hervorgehoben, dass diese Befähigung auch noch vom Pepsin nach Verlust seiner fermentartigen Eigenschaften (durch Erhitzen auf den Kochpunkt des Wassers) beibehalten werde, so dass der Gedanke einer fermentartigen Wirksamkeit bei der Gährung gleich von vornherein abgewiesen war.

Da man indessen in neuerer Zeit wiederholt versucht hat, die Wirksamkeit der Hefe bei der Gährung auch nach dem Zugeständniss, dass sie als Organismus wirke, mit einer Art von Fermentthätigkeit in Beziehung zu bringen, so habe ich diesen Gegenstand vielseitigen und sehr eingehenden Untersuchungen unterworfen.

Zunächst wurde sowohl für Pepsin als Diastase klar erwiesen, dass deren Befähigung den Hefepilz zu ernähren, auch nicht in der allergeringsten Correlation stehe mit ihrer Fermentwirkung, denn beispielsweise erwiesen sich gerade die unreinsten Pepsinsorten mit geringster verdauender Wirkung als die für die Hefeernährung tauglichsten, auch konnte nicht etwa durch Pepsin allein ohne Hefeaussaat eine Zuckerlegung bewirkt werden. Allein die Fermenttheorie in ihrem neuen Gewande erscheint ganz anders und macht die

Voraussetzung, als ob von der vegetirenden Hefe der wirksame Fermentkörper fortdauernd ausgeschieden werde und nun seinerseits die Gährung veranlasse. Diese Theorie stützt sich ganz besonders auf die thatsächlich nachgewiesene Ausscheidung eines im Uebrigen unbekannten Stoffes, welcher den Rohrzucker vermöge einer fermentähnlichen Thätigkeit zu intervertiren im Stande ist. Diese Theorie wird nun allerdings ziemlich unwahrscheinlich, wenn man theils schon lange bekannte, theils in meiner jüngsten Veröffentlichung nachgewiesene Thatsachen berücksichtigt, welche beweisen, wie wenig jener hypothetische Fermentkörper mit diesem seiner einen Wirkungsweise nach bekannten sich analog verhält. Ich erinnere z. B. an die Unfähigkeit, jenen getrennt von der Hefe in einem Extract zu erhalten, an die Resultate des Lüdershoff'schen Versuches und füge die Mittheilungen bei, dass mir der Nachweis glückte, dass die Wirksamkeit der Hefe auf Zuckerlösungen schon bei einer erheblich tieferen Temperatur aufhört als das Intervertirungsvermögen des Hefeextractes. Indessen lässt sich auf diese Weise der fraglichen Hypothese doch nur bis zu einem gewissen Punkte beikommen.

Ganz neuerdings hat eher noch jene Anschauung durch die Schaer'schen Versuche eine Stärkung erfahren, weswegen ich es mir ganz besonders angelegen sein liess, diese zu wiederholen und namentlich auf den vorliegenden Gegenstand auszudehnen. Nach Schaer, der grossentheils in seinen Ansichten auf seinem verstorbenen Lehrer Schönbein fusst, soll Blausäure schon als Beigabe von einigen Tropfen die Fermentthätigkeit fast aller Fermentkörper, insbesondere auch der Hefe vernichten, während Wachsthum und Lebenskraft derselben durch dieses Agens nicht oder nur vorübergehend beeinträchtigt werden soll. Man versteht, von welch' kritischer Bedeutung ein solches Verhalten für die von mir gehegte Anschauungsweise besessen haben würde, denn damit wären zum ersten Male die beiden anscheinend unzertrennlichen Processe, Hefevegetation und Gährung, aus einander gerissen. Und auch wenn dies nicht das Resultat dahin gerichteter Untersuchungen gewesen wäre, wenn sich nur eine gewisse Uebereinstimmung in der Wirkung der Blausäure auf die gährungserregende Fähigkeit der Hefe und auf die fermentartigen Eigenschaften derselben ergeben hätte, so hätte darin eine Bestärkung jener neuen Fermenttheorie gelegen.

Meine Versuche ergaben nun, dass die Hefeentwickelung und gleichzeitig die Gährung nur unter gewissen Umständen durch Blausäure gestört wird, nämlich wenn die Menge der anwesenden Blausäure die der anwesenden Hefe um ein gewisses Verhältniss übersteigt, während es dabei weniger auf den Gehalt der Gährungsflüssigkeit an Blausäure ankommt. Wird z. B. die Blausäure erst nach durch minimale Aussaat kräftig eingeleiteter Gährung der Flüssig-

keit zugesetzt, so wird unter gewissen Umständen die Gährung nicht wesentlich beeinträchtigt, sie wird aber durch dieselbe Menge ganz unterdrückt, wenn der Zusatz zu Anfang und gleichzeitig mit der Aussaat geschieht. Unter keinen Umständen gelingt es aber durch Blausäurezusatz, die beiden Processe Gährung und Hefevegetation aus einander zu reissen. Die Anhänger der Fermenttheorie in ihrem neuen Gewande sind daher durch diese Versuche entweder zu der neuen Hypothese genöthigt, dass die Wirkung der Blausäure auf den fraglichen Fermentkörper unter genau denselben Umständen vor sich gehe, wie die Vernichtung der Vegetationskraft des Hefepilzes, oder aber zu der weit einfacheren, dass jener Fermentkörper auch am Vegetationsprocesse des Hefepilzes wesentlich betheiligt sei, wodurch jene Anschauung mit der von Pasteur und mir vertretenen völlig zusammenschmilzt.

Eine Zeit lang lag mir betreffs der eben mitgetheilten Thatsachen die Vermuthung nahe, dass die Blausäure in der Weise auf die Hefe wirke und eventuell die Gährung verhindere, dass sie dem Hefeextract die Intervertirungsfähigkeit nehme. Allein angestellte Versuche ergaben, dass einmal das Intervertirungsvermögen nicht beeinträchtigt wird, und dass auch die Gährung des Traubenzuckers nach minimaler Aussaat durch Anwesenheit jenes giftigen Stoffes verhindert wird. Ich musste daher einstweilen darauf verzichten, die Art jener launischen Einwirkung zu erklären.

Ferner habe ich die Hefe auf ihre übrigen fermentartigen Eigenschaften und deren Beziehungen zur Blausäure Untersuchungen unterworfen.

Die frische Hefe besitzt allerdings ein geringes katalytisches Vermögen, d. h. die Fähigkeit aus Wasserstoffsuperoxydlösungen Sauerstoff langsam auszutreiben; dieses Vermögen wird aber durch Blausäure keineswegs gestört. Die Fähigkeit der Ozonübertragung vermochte ich dagegen nicht an der Hefe wahrzunehmen, und deshalb ist es eine Thatsache von untergeordnetem Interesse, dass der Malzaufguss, der jene Eigenschaft besitzt, dieselbe durch Zufügung von Blausäure einbüsst.

Man erkennt also, dass keine irgendwie deutlichen Beziehungen zwischen der Wirkungsweise der Blausäure auf gährende Flüssigkeiten und der auf die sog. Fermentwirkungen der Hefe bestehen, und es ist gar nicht abzusehen, wie die eine Erscheinung mit Hülfe der anderen erklärt werden kann, denn was irgend als Fermentwirkungen der Bierhefe angesehen werden kann, wird keineswegs durch die Anwesenheit von Blausäure verhindert.

Trotz allen Versuchen, jene beiden Processe Hefevegetation und Gährung aus einander zu reissen, erscheinen dieselben von einander durchaus untrennbar, und Nichts steht im Wege als dieselben geradezu zu identificiren.

Es erscheint mir hier am besten an der Stelle, auch gleich einiger anderen, ursprünglich zu einem ganz abliegenden Zwecke angestellten Versuche Erwähnung zu thun, da sie für dieselbe Thatsache vortreffliche Belege sind. Nach einer Angabe von Pasteur soll der vermehrte Zutritt von Luft auf die Gährung den Einfluss ausüben, dass die Hefevegetation beschleunigt wird, entsprechend aber dieser Hefevermehrung nur ein sehr unbedeutender Zuckerumsatz stattfindet. Ich habe früher gezeigt, wie man diese Thatsache, wäre sie richtig, durch eventuelle Vertretung der »inneren Athmung« durch »äussere« erklären könnte. — Der Versuch hat dieselbe jedoch als unrichtig erwiesen und hat zugleich gelehrt, dass auch unter diesen Umständen das Verhältniss zwischen Hefeneubildung und Zuckerumsatz ein sehr ähnliches bleibt. Als Versuche, die dieses beweisen, mögen folgende gelten. Je 150 CC. 15procentiger Zuckerlösung, vermischt mit den übrigen nöthigen Nährstoffen des Hefepilzes, wurden mit minimaler Hefeaussaat versehen und der Gährung überlassen. Durch No. I wurde periodisch Luft, durch No. II Kohlensäure geleitet, bei No. III und IV geschah Nichts hiervon. Aus No. III wurde mitten im Verlaufe der Gährung einmal die gebildete Hefe bis auf kleine Reste entfernt. Die Aussaat geschah am 2. März. In den 4 Apparaten waren folgende Mengen von Alkohol und Kohlensäure (in Grammen) gebildet:

	No. I.		No. II.		No. III.		No. IV.	
	Alkohol	CO_2	Alkohol	CO_2	Alkohol	CO_2	Alkohol	CO_2
16. März	—	—	—	—	6,67	0,135	—	—
25. »	8,97	0,166	8,23	0,129	—	—	—	—
17. April	—	—	—	—	9,18	0,172	8,97	0,124

oder wenn man die Kohlensäure in Procenten des Alkohols ausdrückt:

No. I.	No. II.	No. III.	No. IV.
1,84 Proc.	1,57 Proc.	2,03 Proc.	1,38 Proc.
		1,87 »	

Man sieht, dass diese Verhältnisse für verschiedene Umstände der Luftzufuhr nicht mehr differiren, als für gleiche, woraus folgt, dass in dem Sinne, wie Pasteur behauptet, keine Einwirkung der directen Sauerstoffzufuhr nachgewiesen werden konnte.

Nach dieser Abschweifung kehren wir zu unserem Gegenstande zurück und besprechen nun weiter die Stickstoffernährung des Hefepilzes.

Da die Pepsinpräparate nicht durch ihren Gehalt an Ferment und durchaus nicht in dem Massstab, als sie wirksames Ferment enthielten, sich bei der Hefeernährung nützlich erwiesen, so lag es nahe, gerade in den verunreinigenden Beimengungen den stickstoffhaltigen Nährstoff des Hefepilzes zu suchen. Bekanntlich enthalten die unreineren Pepsinsorten stets Peptone an sich. Ich suchte diese Stoffe theils aus den Pepsinsorten zu gewinnen, theils neu durch künstliche Verdauung aus verschiedenen Proteïnstoffen darzustellen. Die

auf diese verschiedene Weise dargestellten Peptone erwiesen sich sämmtlich als kräftige Nährstoffe des Hefepilzes, und man hat somit allen Grund auszusprechen, dass das Pepsin nur wegen seines Gehalts an Peptonen in gleicher Weise wirksam ist.

Da die Peptone aber Nichts sind als eine eigenthümliche Modification der Proteïnstoffe, die sich nur durch ihre ausserordentliche Diffusibilität vor jenen auszeichnen, so lag die Vermuthung nahe, dass die Proteïnstoffe durchaus nicht so absolut, wie ich nach meinen früheren Versuchen annehmen musste, unfähig sind, dem Hefepilz zur Ernährung zu dienen, sondern nur in ihrer gewöhnlichen Form wegen des enormen osmotischen Widerstandes, den sie dem Uebergang durch die Pilzmembran entgegensetzen. Weitere Versuche, in dieser Richtung angestellt, ergaben, dass dieser Vermuthung etwas Richtiges zu Grunde lag, denn der diffusible Körper, welcher aus Malzextract gewonnen wurde, gab ein ausserordentlich günstiges Resultat bei der Hefeernährung, so dass er in dieser Beziehung den Peptonen an die Seite gestellt werden kann. Auch eine Reihe von sonst dargestellten Proteïnstoffen verhielten sich in ihrem Vermögen, die Gährung zu unterstützen, sehr ähnlich, wie in ihrer osmotischen Fähigkeit, so dass z. B. Syntonin und Kalialbuminat die Gährung weit mehr beförderten als das gewöhnliche nicht coagulirte Eieralbumin.

Ich muss mich, da ich diese Versuche noch nicht als abgeschlossen betrachte, hier auf Andeutungen beschränken. Allein ich möchte doch nicht versäumen, auch jetzt schon darauf hinzuweisen, dass diese Untersuchungen auch vielen Aufschluss versprechen in Bezug auf die Form, in welcher die Proteïnstoffe bei den höheren Pflanzen von Zelle zu Zelle wandern.

III.

Präsenzliste

der VII. Wanderversammlung Deutscher Agriculturchemiker, Physiologen und Vorstände von Versuchs-Stationen zu Dresden, am 25./26. Mai 1871.

Herr Dr. Beyer, Freiberg.
» Dr. Biedermann, Leipzig.
» Prof. Dr. Birner, Versuchs-Station Regenwalde.
» Dr. Brunner, V.-St. Pommritz.
» Prof. Dr. A. Cossa, Turin.
» Dr. Dietrich, V.-St. Altmorschen.
» Dr. Dietzell, physiol. V.-St. Tharand.
» Dr. Filly, Berlin.
» Prof. Dr. Fleck, Dresden.
» Prof. Dr. v. Gohren, V.-St. Liebwerd.
» Dr. v. Gruber, V.-St. Eldena.
» E. Güntz, V.-St. Pommritz.
» Dr. Heiden, V.-St. Pommritz.
» Dr. Heidepriem, V.-St. Cöthen.
» Dr. Heinrich, Zwätzen.
» Prof. Dr. Hellriegel, V.-St. Dahme.
» Prof. Dr. Henneberg, V.-St. Weende-Göttingen.
» Dr. Hofmeister, V.-St. Dresden.
» Commissionsrath B. Koch, Dresden.
» Dr. O. Kohlrausch, Wien.
» Dr. Kreusler, V.-St. Hildesheim.
» Dr. G. Kühn, V.-St. Möckern.
» Kreisvereins-Vorsitzender Graf zur Lippe-Weissenfeld.
» Marx, V.-St. Dahme.

Herr Dr. Max Märcker, V.-St. Weende-Göttingen.
» Dr. A. Mayer, Heidelberg.
» Rittergutsbesitzer, Kreisvereins-Vorsitzender K. Mehnert, Klösterlein.
» Prof. Dr. J. Moser, V.-St. Wien.
» Prof. Dr. Alex. Müller, Berlin.
» Dr. C. Müller, V.-St. Weende-Göttingen.
» Kreissecretair R. Münzner, Dresden.
» Prof. Dr. J. Nessler, V.-St. Carlsruhe.
» Dr. Nettl, V.-St. Pommritz.
» Prof. Dr. Nobbe, physiol. V.-St. Tharand.
» Civilingenieur Pieper, Dresden.
» Kreissecretair Prof. Richter, Tharand.
» Dr. J. Schroeder, physiol. V.-St. Tharand.
» Dr. H. Schultze, V.-St. Braunschweig.
» v. Seebach, Halle.
» Rittergutsbes. Seiler, Neuensalz.
» Dr. Senff, chem. V.-St. Tharand.
» Dr. Sorauer, V.-St. Dahme.
» Dr. E. Stöckhardt, Jena.
» Prof. Sussdorff, Dresden.
» Dr. Weiske, V.-St. Proskau.
» Dr. A. Wolf, V.-St. Pommritz.
» Dr. W. Wolf, V.-St. Chemnitz.
» Prof. Dr. E. Wolff, Hohenheim.

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.

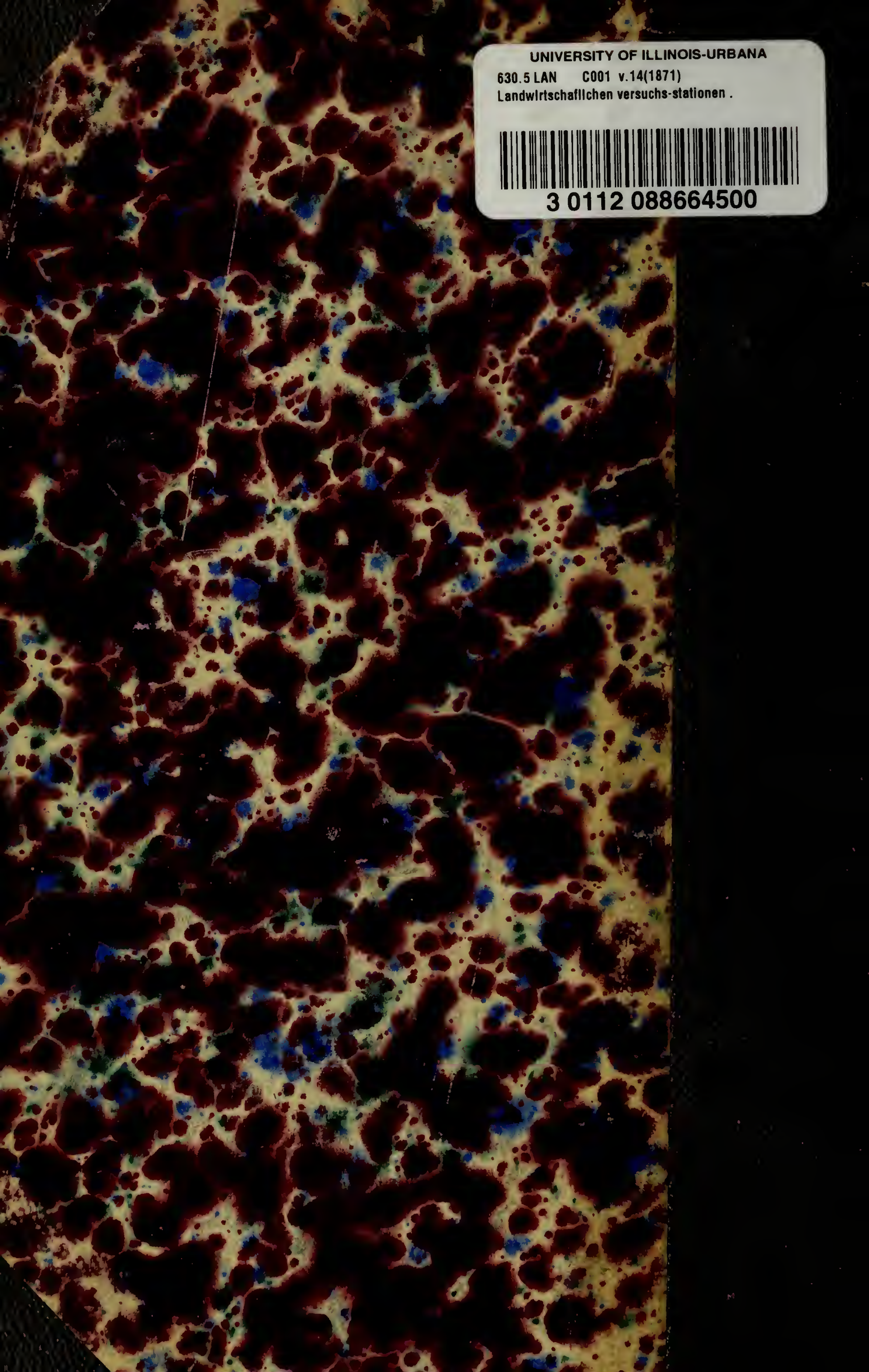











UNIVERSITY OF ILLINOIS-URBANA
630.5 LAN C001 v.14(1871)
Landwirtschaftlichen versuchs-stationen .
3 0112 088664500